

白花败酱草总黄酮提取工艺优化及抗腹泻活性研究

张珊珊¹, 全 帅², 赵艳敏¹, 刘岱琳^{1*}, 袁海洋¹, 于子贺¹, 高天翔¹

1. 中国人民武装警察部队后勤学院, 天津 300309

2. 天津现代创新中药科技有限公司, 天津 300384

摘要: 目的 对白花败酱草中总黄酮的提取工艺和抗腹泻活性进行初步研究。方法 以芦丁为对照品, 以单位质量生药中总黄酮含量为指标, 采用硝酸铝显色比色-紫外分光光度法, 通过单因素考察和响应面设计优化有机溶剂法提取白花败酱草茎总黄酮的工艺, 分别考察乙醇浓度、料液比、提取时间和提取温度对白花败酱草总黄酮(PTF)提取效果的影响。通过小鼠小肠酚红推进实验和大鼠离体肠平滑肌实验评估白花败酱草总黄酮在体内、外对腹泻模型中肠动力的影响。结果 经优化, 在溶剂为60%乙醇、料液比1:8 g/mL、85 °C提取2.5 h的条件下, 白花败酱草茎的总黄酮含量可达25 mg/g以上。白花败酱草总黄酮可以显著降低乙酰胆碱诱发的大鼠离体肠平滑肌收缩张力, 且对不同肠段的作用强度顺序为: 空肠>十二指肠>回肠>结肠。与模型组比较, 白花败酱草总黄酮能够明显抑制酚红在蓖麻油致腹泻小鼠小肠中的推进进程($P < 0.05, 0.01$)。结论 有机溶剂法提取白花败酱草茎中总黄酮的工艺通过响应曲面分析得到优化, 白花败酱草总黄酮可以抑制肠蠕动, 具有潜在的抗腹泻活性。

关键词: 白花败酱草; 总黄酮; 响应曲面法; 提取工艺; 抗腹泻活性

中图分类号: R962.2 文献标志码: A 文章编号: 1674-6376 (2019) 06-1092-07

DOI: 10.7501/j.issn.1674-6376.2019.06.007

Study on extracting technology optimization and antidiarrheal activity of total flavonoids from *Patrinia villosa*

ZHANG Shanshan¹, QUAN Shuai², ZHAO Yanmin¹, LIU Dailin¹, YUAN Haiyang¹, YU Zihe¹, GAO Tianxiang¹

1. Logistics University of People's Armed Police Force, Tianjin 300309, China

2. Tianjin Modern Innovative Chinese Medicine Technology Co., Ltd., Tianjin 300384, China

Abstract: Objective To optimize the extracting conditions of total flavonoids from *Patrinia villosa* stem and to preliminarily investigate the antidiarrheal activity of total flavonoids from *P. villosa*. **Methods** UV spectrophotometry was used to determine the content of total flavonoids by taking rutin as the standard substance, aluminum nitrate as the chromogenic agent and taking the content of total flavonoids in per gram of crude drug as the index. The extracting technologies were evaluated through signal factor study and response-surface-design experiments. The *in vitro* and *in vivo* effects of total flavonoids of *P. villosa* on intestinal motility in the diarrheal model were evaluated by isolated intestine test and testing the propelling of phenol red in small intestine of mice. **Results** The optimum extracting conditions of total flavonoids from *P. villosa* stem includes the extracting solvent of 60% ethanol, ratio of material to liquid at 1:8 g/mL, extracting time of 2.5 h and the temperature at 85 °C, under which condition the content of total flavonoids from *P. villosa* stem could reach over 25 mg/g. The total flavonoids of *P. villosa* can significantly reduce the contractile tension of isolated acetylcholine-induced hyperactive rat intestinal smooth muscles, and the order of effect on different intestinal segments was: jejunum>duodenum>ileum>colon. The total flavonoids of *P. villosa* significantly inhibit the progress of phenol red in the small intestine of castor oil-loaded diarrhea mice ($P < 0.05, 0.01$). **Conclusion** The organic solvent-extracting conditions of total flavonoids from the stems of *P. villosa* were optimized by response surface analysis. The total flavonoids of *P. villosa* inhibit intestinal peristalsis and were verified to possess the potential antidiarrheal activity.

Key words: *Patrinia villosa* Juss.; total flavonoids; response surface methodology; extraction process; antidiarrheal activity

收稿日期: 2018-12-28

基金项目: 国家自然科学基金项目(81673693); 现代中药创新中心创新能力建设项目

第一作者: 张珊珊(1995—), 女(汉), 硕士研究生, 研究方向为天然产物活性成分研究。E-mail: 2461303951@qq.com

*通信作者: 刘岱琳(1973—), 女(汉), 教授, 研究方向为天然产物活性成分研究。E-mail: dailinlch@163.com

白花败酱草 *Patrinia villosa* Juss. 又名攀倒甃、苦菜、鹿肠,系败酱科多年生草本植物^[1],以其“根陈败豆酱气”“巅顶开白花成簇”得名。白花败酱草营养价值高,资源分布广,在我国作为野生蔬菜食用已有千年历史^[2],近几年还被研制成白花败酱茶等保健产品^[3]。作为中药,白花败酱草味辛、苦,性寒,具有利湿排脓、清热解毒、活血化痰等功效^[4],临床常用于阑尾炎、肝炎、扁桃体炎、流行性腮腺炎等症的治疗^[5]。现代药理研究也表明,其具有镇静、镇痛、抗菌抗病毒、抗肿瘤、保肝利胆、止血和增强免疫力等丰富的药理作用^[6-8]。

黄酮类化合物是白花败酱草的主要活性成分^[9],王丽萍研究了白花败酱草总黄酮(total flavonoids of *Patrinia villosa* Juss., PTF)的体内抗氧化活性^[10]。黄素华通过正交实验优化乙醇结合超声波提取PTF的工艺,最佳提取工艺是提取时间2 h、提取温度70℃、料液比1:20 g/mL、乙醇体积分数50%,PTF提取率为9.98%^[11]。徐洁昕等^[9]在70℃,料液比1:20 g/mL的条件下采用4种方法(水提法、有机溶剂提取法、索式抽提法、超声波法),分别提取白花败酱草不同部位(根、茎、叶、全草)的总黄酮,从中确定最佳提取方法为索式有机溶剂提取法,且总黄酮含量变化规律为:叶>全草>根>茎。本研究在前期工作的基础上,首次通过响应曲面法重点优化有机溶剂提取白花败酱草茎中总黄酮的提取工艺,并首次对PTF的抗腹泻相关活性进行初步研究,为充分利用白花败酱草资源,进一步开发白花败酱草的应用价值和临床用途提供理论参考和实验依据。

1 材料

1.1 药材及主要试剂

白花败酱草,采自辽宁省丹东市凤城通远堡镇大黑山村,经辽宁省药品检验所王维宁研究员鉴定为败酱科败酱属植物白花败酱 *Patrinia villosa* Juss. 的全草,其标本保存于武警后勤学院军事药学教研室;芦丁对照品,批号KMST-L020,质量分数≥98%,天津科曼思特医药科技发展有限公司;肠舒片,批号20161001,规格0.3 g/片,云南雄业制药有限公司;碳酸氢钠(分析纯),天津市天大化工实验厂;亚硝酸钠、硝酸铝、氢氧化钠、氯化钠、氯化钾、硫酸镁、磷酸二氢钠(均为分析纯),天津市风船化学试剂科技有限公司;乙酰胆碱(Ach),批号WL20080102,国药集团化学试剂有限公司;95%乙醇、甲醇(分析纯),天津康科德试剂有限公司;屈臣

氏蒸馏水。

1.2 主要仪器

FA1204B电子天平,上海精密科学仪器有限公司;N-1100 EYELA旋转蒸发仪,上海爱朗仪器有限公司;DHG-9000A型电热恒温鼓风干燥箱,上海益恒实验仪器有限公司;TU-1901双光束紫外可见分光光度计,北京普析通用仪器有限责任公司;BL-420F生物机能实验系统、HW-400S恒温平滑肌浴槽,四川成都泰盟科技电子有限公司。

1.3 实验动物

SPF级成年雄性SD大鼠20只,体质量180~200 g;雌雄各半的昆明种小鼠共32只,体质量19~21 g,实验动物生产许可证号SCXX(京)2016-0011,购自中国人民解放军军事医学科学院实验动物中心,饲养于本院药理实验室,无菌饮水和饲料适应性喂养。

2 方法

2.1 PTF的提取流程

准确称量5.0 g剪碎的白花败酱草茎置于250 mL圆底烧瓶中,按1:20 g/mL料液比精确加入100 mL 60%乙醇(体积分数)作为溶剂,称质量,然后在85℃下回流提取2.5 h,冷却至室温后补至原有质量。抽滤,取续滤液避光保存,备用。

2.2 PTF的含量测定方法^[12]

对照品溶液的配制:精密称定芦丁对照品28.61 mg,置于100 mL棕色量瓶中,50%乙醇定容,摇匀,得268.1 μg/mL芦丁对照品溶液。分别精密移取芦丁对照品溶液0.4、0.8、1.2、1.6、2.0、2.4 mL置于25 mL棕色量瓶中,依次加入5%亚硝酸钠溶液0.4 mL,混匀,放置6 min;10%硝酸铝溶液0.4 mL,混匀,放置6 min;4%氢氧化钠溶液4.0 mL;最后用50%乙醇定容、混匀,放置15 min。用0.4 mL 50%乙醇代替对照品溶液按上述方法配制空白溶液,在检测波长510 nm下,每个浓度平行测定3次吸光度(A)值,并取平均值。根据测量结果,采用Microsoft Excel和GraphPad Prism 6软件处理数据并计算线性回归方程。求得标准曲线的方程是: $Y=0.01015X+0.06167$,相关系数为 $R^2=0.9997$,标准曲线的线性范围是0.009~0.049 mg/mL,方法学的精密度和稳定性的RSD值分别为0.79%、1.27%,说明本研究建立的PTF测定方法可行。

精密吸取0.4 mL按“2.1”项下方法得到的白花败酱草提取液置于25 mL量瓶中,按照上述方法显色、测定提取液样品的A值^[13],计算PTF含量。

$$\text{PTF}/(\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}) = (A - 0.06167) \times 25 \times V_{\text{总}} / (0.01015 \times V_{\text{取}} \times 5)$$

A 为样品PTF的吸光度; $V_{\text{总}}$ 为某条件下白花败酱草茎秆部提取液的总体积; $V_{\text{取}}$ 为测量时移取到量瓶里的提取液的体积。

2.3 单因素试验

按照“2.1”项下方法,在乙醇浓度的体积分数分别是50%、60%、70%、80%、95%,料液比分别是1:6、1:8、1:10、1:15、1:20(g/mL),提取时间分别是1.0、1.5、2.0、2.5、3.0 h,温度分别为55、65、75、85、95 °C的条件下分别考察乙醇浓度、料液比、提取时间和提取温度对PTF提取效果的影响。

2.4 响应面优化设计

以单因素考察结果为基础,确定了提取温度,响应面一般只考察3个因素,选取乙醇浓度(X_1)、料液比(X_2)和提取时间(X_3)参与3因素3水平Box-Behnken试验设计。

表1 Box-Behnken试验设计因素水平及编码
Table 1 Factors and levels of Box-Behnken design

水平编码	因素		
	X_1 乙醇浓度/%	X_2 料液比/(g·mL ⁻¹)	X_3 提取时间/h
1	50%	1:6	2.0
0	60%	1:8	2.5
-1	70%	1:10	3.0

2.5 PTF对Ach诱发的大鼠离体肠收缩亢进的影响^[14-15]

SD大鼠正常饲养,禁食不禁水18 h后脱颈处死,同时解剖,以幽门部为起点向下,分别在其十二指肠、空肠、回肠、盲肠部位剪取6~8 cm的肠段,而后立即浸入通有氧气的台式液中,分别剪成1~2 cm的小段。取不同肠段活性较好的标本,两端对角穿线,置于盛有10 mL台氏液的恒温浴管(37±0.5)°C中,上端连接拉力换能器,下端固定于浴槽底部,通以95% O₂和5% CO₂混合气体。设置约1.5 g前负荷稳定标本后,在各恒温浴管中加入0.01% Ach 20 μL,等待约3 min, Ach作用趋势稳定,分别向不同肠段的浴槽中依次加入0.02、0.04、0.08、0.16、0.32、0.64、1.28 mg/mL(均以终质量浓度表示)的PTF(按“2.3”项下最优提取工艺提取得到),观察不同浓度PTF对Ach诱发的大鼠离体十二指肠、空肠、回肠、结肠平滑肌收缩亢进的影响,计算收缩抑制率(IR)。使用GraphPad Prism 6软件处理数据并

作图。

$\text{IR} = (\text{加Ach后张力值} - \text{加PTF后张力值}) / (\text{加Ach后张力值} - \text{空白张力值})$

2.6 PTF对蓖麻油诱导的腹泻小鼠小肠酚红推进的影响^[16-17]

取健康雌雄各半的昆明种小鼠32只,随机分为4组,每组8只,分别为对照组、模型组、肠舒片(200 mg/kg)组、PTF(200 mg/kg)组,结合前期实验结果确定PTF给药剂量(另行发表),给药体积0.2 mL/10 g,对照和模型组给予等体积蒸馏水,连续ig 7 d。期间小鼠自由摄食饮水,末次给药前禁食12 h不禁水。末次给药后30 min,对照组ig蒸馏水0.3 mL/只,其余各组小鼠ig蓖麻油0.3 mL/只,间隔20 min,ig 0.5%酚红溶液(含1.5% CMC-Na)0.25 mL/只。30 min后,将小鼠脱颈处死并打开腹腔,分离肠系膜,剪取胃幽门至回盲部的肠段,测量长度为“小肠总长度”,等分为5份。将各段肠管内容物洗下,置于10 mL 0.5 mol/L NaOH溶液中,3 000 r/min离心10 min,在560 nm下测定上清液吸光度(A)值,即得小肠各段酚红 A 值。根据公式计算小肠酚红推进率,使用Microsoft Excel和GraphPad Prism 6软件处理数据,采用单因素方差分析(One-Way ANOVA)进行统计学分析。

$$\text{小肠酚红推进率} = A_{1\text{小肠某一段酚红}} / A_{2\text{小肠各段酚红之和}}$$

3 结果

3.1 单因素试验结果

对于乙醇浓度的考察,如图1-A所示,当提取溶剂乙醇浓度达到60%时,PTF提取率最大,当乙醇浓度继续升高时,提取率有所下降。可能是由于乙醇浓度过高时,醇溶性杂质溶出增多,与黄酮类化合物竞争性地与醇-水分子结合,从而使黄酮得率降低。

对于料液比的考察,如图1-B所示,在本实验截取的筛选范围内,白花败酱草提取物中PTF含量在1:8 g/mL时达到最大值25.1 mg/g。当料液比从1:8 g/mL增加至1:15 g/mL时,PTF提取率随着料液比的增加而发生递减,当料液比从1:15 g/mL增大至1:20 g/mL时,PTF提取率又出现逆转增大,达到22.9 mg/g。考虑提取的成本并尽量获得最佳的提取效率,确定1:8的料液比为最优值。

对于温度的考察,如图1-C所示,PTF提取效果在55~85 °C呈递增趋势,且在85 °C时达到最大值,之后随着温度的升高提取率略有下降。可见,在一定范围内PTF提取率随着温度的升高而增大,提取

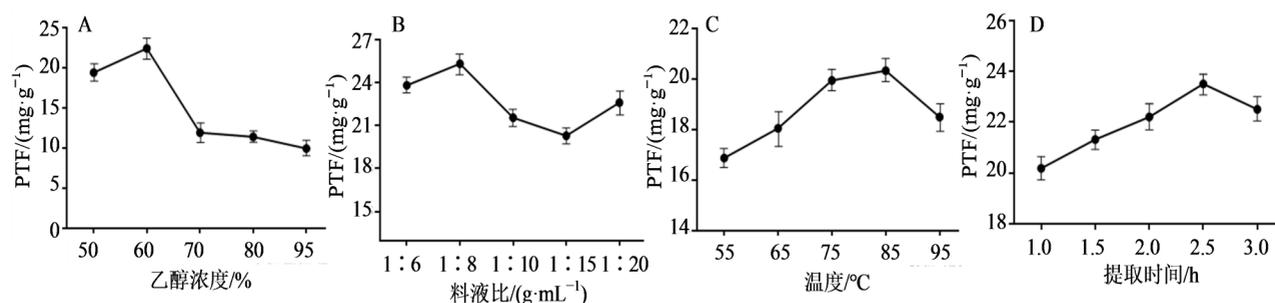


图1 单因素考察乙醇浓度(A)、料液比(B)、提取温度(C)、提取时间(D)对PTF提取效果的影响($\bar{x} \pm s, n=3$)

Fig. 1 Effects of ethanol concentration (A), solid-liquid ratio (B), extraction temperature (C) and extraction time (D) on PTF extraction investigated by single factor method($\bar{x} \pm s, n=3$)

温度过高可能会加速白花败酱草中黄酮类化合物的氧化,导致PTF含量降低^[18],因此选取85℃为最佳提取温度。

对提取时间的考察,如图1-D所示,PTF的提取率在一定范围内随着时间的延长而提高,当时间达到2.5 h时,提取效果最佳,之后随时间延长提取效果略有下降。故提取时间的最佳选择为2.5 h。

3.2 响应面优化PTF提取工艺结果

在单因素试验结果的基础上,选取乙醇浓度、料液比、提取时间为主要影响因素参与响应面优

化,以总黄酮含量 $Y(\text{mg/g})$ 为响应值,通过Design-Expert 8.05软件进行数据拟合,结果见表2(X_1 :乙醇浓度, X_2 :料液比, X_3 :提取时间)及图2。

采用ANOVA分析响应面回归参数。由表2可知,当乙醇浓度为60%,料液比为1:8,提取时间2.5 h时,PTF的含量可以达到25 mg/g。Design-Expert 8.05软件对数据进行二次多项模型拟合,得到回归方程为 $Y=24.25-1.35X_1+0.79X_2-0.26X_3-1.43X_1X_2+0.70X_1X_3-0.71X_2X_3-3.71X_1^2-1.08X_2^2-1.24X_3^2, R^2=0.9960$ 。

表2 Box-Behnken试验设计与结果

Table 2 Design and results of Box-Behnken experiment

实验号	X_1 乙醇浓度/%	X_2 料液比/(g·mL ⁻¹)	X_3 提取时间/h	Y PTF/(mg·g ⁻¹)
1	-1	0	1	19.09
2	0	0	-1	22.96
3	1	0	1	21.80
4	0	0	0	23.93
5	-1	-1	0	17.59
6	0	-1	1	20.28
7	0	1	-1	22.14
8	-1	0	-1	18.19
9	0	1	1	22.32
10	0	0	0	25.02
11	1	1	0	24.20
12	1	-1	0	18.80
13	-1	1	0	17.26
14	1	0	-1	18.11
15	0	0	0	25.05
16	0	0	0	24.87
17	0	-1	-1	22.96

对上述模型进行显著性检验,结果见表3。3个因素对PTF提取效果影响的大小顺序为: $X_1 > X_2 > X_3$,即乙醇浓度>料液比>提取时间。 X_1 对 Y 的曲

面效应显著, X_2 、 X_3 方差分析结果不显著,说明乙醇浓度在PTF的提取中占有很大影响,而料液比和提取时间对PTF的提取影响较小。3个因素之间没有

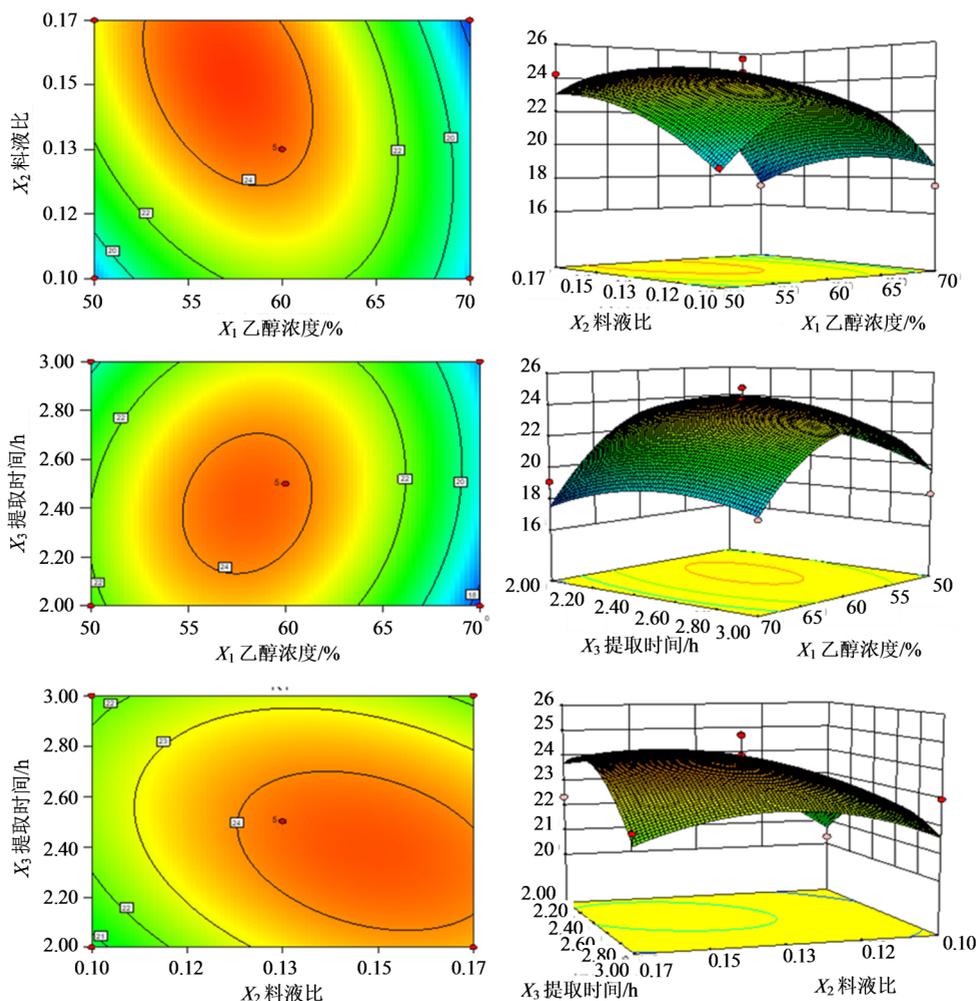


图2 乙醇浓度、料液比、提取时间3种因素交互作用的响应面示意图

Fig. 2 Response surface plot of extracting solvent, ratio of material to solvent and extracting temperature on comprehensive score

表3 响应面二次模型方差分析

Table 3 Variance analysis of quadratic model

方差来源	平方和	自由度	均方	F值	P值
模型	26.51	9	11.83	5.54	0.017 2*
X_1	14.53	1	14.53	6.80	0.035 0*
X_2	4.95	1	4.95	2.32	0.071 8
X_3	0.55	1	0.55	1.62	0.168 6
X_1X_2	8.21	1	8.21	3.84	0.090 7
X_1X_3	1.95	1	1.95	0.91	0.371 5
X_2X_3	2.04	1	2.04	0.96	0.360 3
X_1^2	37.81	1	37.81	17.08	0.001 2**
X_2^2	4.89	1	4.89	2.29	0.173 8
X^2	6.51	1	6.51	3.05	0.124 4
残差	14.94	7	2.13		
失拟项	11.95	3	3.98	10.09	0.170 3
纯误差	3.00	4	0.75		
总和	41.46	16			

* $P < 0.05$ ** $P < 0.01$

明显的交互作用。该模型方程 $P < 0.05$, 模型总回归系数 $R^2 = 0.996 0$, 表明方程对实验拟合程度良好, 失拟项不显著, 说明模型选择合适, 可以用该模型对不同条件下的实验结果进行理论预测。由软件分析得 PTF 的提取条件为: 乙醇溶液的浓度为 60%, 料液比 1:8.34 g/mL, 提取时间 2.47 h, 预测结果 25.17 mg/g。结合实验室操作和生产实际, 将白花败酱草总黄酮的最佳提取工艺修正为: 乙醇溶液的浓度为 60%, 料液比 1:8 g/mL, 85 °C 下提取时间为 2.5 h, 该条件下进行验证试验, 得到 PTF 含量为 25.12 mg/g, 且与模型的理论值相差 1.99%, 由此可见, 应用该模型改进有机溶剂提取白花败酱草中总黄酮是可行的。依据上述最优工艺提取 PTF 用于进行后续的药效实验。

3.3 大鼠离体肠平滑肌收缩实验结果

结果如图 3 所示, PTF 在 0.02~1.28 mg/mL 的

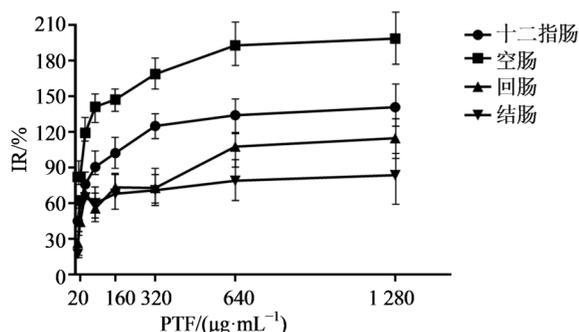


图3 PTF对Ach诱发的大鼠离体十二指肠、空肠、回肠、结肠平滑肌收缩亢奋的抑制作用($\bar{x}\pm s, n=4$)

Fig. 3 Inhibitory effect of PTF on Ach-induced smooth muscle spasm of isolated duodenum, jejunum, ileum and colon of rats ($\bar{x}\pm s, n=4$)

浓度区间内,具有显著抑制肠蠕动的活性,能够量效相关性地抑制Ach诱发大鼠离体十二指肠、空肠、回肠、结肠平滑肌产生的收缩亢进,随着给药量的增大,抑制作用逐渐增强,当浓度达到0.64 mg/mL后作用渐趋稳定。PTF对各肠段作用的强度顺序表现为空肠>十二指肠>回肠>结肠。

3.4 PTF对蓖麻油致腹泻小鼠小肠推进的影响

如表4所示,与对照组比较,腹泻模型组小肠酚红推进率高值显著后移至第V段,提示酚红已经推进至模型组小鼠小肠末端,表明本实验采用蓖麻油诱导小鼠腹泻造模成功。PTF给药组与模型组比较,第V段的酚红推进率显著降低($P<0.01$),II、III段的酚红推进率显著升高($P<0.05$),说明酚红在小

表4 PTF对蓖麻油致腹泻小鼠小肠推进的影响($\bar{x}\pm s, n=8$)

Table 4 Effect of PTF on intestinal propulsion in diarrheal mice induced by castor oil ($\bar{x}\pm s, n=8$)

组别	剂量/ ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)	小肠酚红推进率/%				
		第I段	第II段	第III段	第IV段	第V段
对照	—	10.96 ± 4.07	16.97 ± 3.62	26.40 ± 7.35	31.24 ± 5.22	14.4 ± 7.02
模型	—	13.99 ± 2.01	14.63 ± 4.24	20.37 ± 2.51	24.51 ± 5.16 [#]	26.50 ± 9.23 ^{##}
肠舒片	200	30.44 ± 3.34 ^{**}	23.35 ± 2.88	19.03 ± 5.74	16.23 ± 1.49	10.95 ± 3.95 ^{**}
PTF	200	18.11 ± 4.29	25.11 ± 1.33 [*]	29.74 ± 3.59 [*]	15.97 ± 3.58	11.07 ± 4.25 ^{**}

与对照组比较:[#] $P<0.05$ ^{##} $P<0.01$;与模型组比较:^{*} $P<0.05$ ^{**} $P<0.01$

[#] $P<0.05$ ^{##} $P<0.01$ vs control group; ^{*} $P<0.05$ ^{**} $P<0.01$ vs model group

肠内的推进受到抑制,效果略弱于阳性药组。与对照组比较,PTF给药组酚红推进的距离由第III、IV段前移至第II、III段,说明PTF对蓖麻油诱导的亢进状态下的小鼠小肠推进产生了抑制作用,且抑制后的酚红推进进程比对照组的更短,表明PTF在实验浓度下具有显著的抑制蓖麻油致腹泻小鼠小肠蠕动的的作用

4 讨论

本研究首次采用响应曲面法对白花败酱草茎中总黄酮的提取工艺条件进行优化,以60%乙醇为溶剂,料液比1:8 g/mL,提取时间2.5 h,使PTF含量达到25.12 mg/g。采用生产方式简单、提取量大的热回流提取方法,可降低工业生产成本,减少资源浪费,高效提取PTF。

由于白花败酱草花、叶、茎、根等各部位中黄酮的含量存在差异^[9],为了将误差控制在较小的范围,亦为充分利用白花败酱草茎秆资源,本实验主要选用茎部分提取PTF,从而保证了实验结果的一致性,为进一步开发白花败酱草资源提供参考。

白花败酱草临床用于治疗菌痢、慢性肠炎、溃

疡性结肠炎等症^[19-21],本研究分别采用Ach和蓖麻油构建体内、外腹泻模型,考察PTF对大鼠离体肠平滑肌运动和腹泻小鼠小肠推进的影响,选取以具有涩肠止泻确切疗效的固公果提取物为主要成分的肠舒片作为阳性药,验证了PTF具有抑制大鼠离体肠蠕动的的作用,能够有效抑制蓖麻油诱导的小鼠腹泻,为白花败酱草的临床应用提供了一定的药理学实验基础,也为进一步开发利用白花败酱草这一丰富的药用植物资源提供理论参考和科学依据。

参考文献

- [1] 中国药典[S].一部.2015.
- [2] 徐绳武,余安安,郑丽,等.白花败酱茶食两用产品的制作工艺[J].湖北农业科学,2018,(21):91-92.
- [3] 曾祥玲,王丹,邹晶晶,等.不同工艺条件白花败酱茶的品质比较分析[J].现代食品科技,2019,35(1):157-164,232.
- [4] 李娜.白花败酱草化学成份、抗炎作用以及总皂苷提取纯化工艺研究[D].成都:成都中医药大学,2006.
- [5] 万德安,杜成.白花败酱草治疗流行性腮腺炎[J].上海中医药杂志,1985,11.
- [6] 万新,石晋丽,刘勇,等.败酱属植物化学成分与药理

- 作用 [J]. 现代药物临床, 2006, 21(2): 53-59.
- [7] 崔文燕, 刘素香, 宋晓凯, 等. 黄花败酱草和白花败酱草的化学成分与药理作用研究进展 [J]. 药物评价研究, 2016, 39(3): 482-488.
- [8] 阎新佳, 郑威, 温静, 等. 白花败酱草的化学成分研究 [J]. 中草药, 2017, 48(2): 247-251.
- [9] 徐洁昕, 周方钦. 白花败酱中总黄酮的提取研究 [J]. 广州食品工业科技, 2004(4): 42-43.
- [10] 王莉萍, 李武, 胡奕军, 等. 白花败酱总黄酮对小鼠抗氧化作用的影响 [J]. 江西医药, 2015, 50(9): 957-958, 967.
- [11] 黄素华, 林标声, 邱丰艳, 等. 白花败酱草总黄酮的提取及功能活性研究 [J]. 龙岩学院学报, 2016, 34(5): 117-119, 136.
- [12] 库咏峰, 黄品鲜, 陈萍, 等. 肉桂总黄酮提取工艺及其抗氧化性研究 [J]. 应用化工, 2011, 40(9): 1547-1552.
- [13] 崔文燕, 刘素香, 赵艳敏, 等. 响应曲面法优化黄花败酱总皂苷提取工艺及体外促进肠平滑肌收缩活性 [J]. 中草药, 2016, 47(12): 2078-2083.
- [14] 张建英, 左爱学, 刘羿晨. 升麻萃取物对大鼠离体肠肌运动的影响研究 [J]. 中国药业, 2015, 24(23): 16-17.
- [15] 刘红艳, 郭建生, 王小娟, 等. 檀香不同部位提取物对豚鼠离体肠平滑肌功能的影响 [J]. 西安交通大学学报(医学版), 2012, 33(2): 241-244.
- [16] 朱明辉, 邹佩, 王桂华, 等. 吊篮式提取与传统提取方式所得健胃消食片浸膏粉对老鼠胃排空及小肠推进的影响研究 [J]. 机电信息, 2017(32): 41-45.
- [17] 王婷婷, 钟凌云, 徐婷. 不同姜汁炮制黄连对小鼠止泻作用及胃肠动力的影响 [J]. 时珍国医国药, 2017, 28(8): 1876-1878.
- [18] 李杰, 赵雨, 普玲玲, 等. 生姜黄酮提取工艺优化研究 [J]. 食品研究与开发, 2018, 39(22): 59-65.
- [19] 江苏新医学院. 中药大辞典 [M]. 上海: 上海人民出版社, 1975: 1340-1341.
- [20] 刘竹凤, 刘竹华. 白头翁止泻汤肛门滴入治疗慢性腹泻126例 [J]. 陕西中医, 2005(12): 1331-1332.
- [21] 牛明了, 甄欢欢. 败酱草为主治疗溃疡性结肠炎38例临床观察 [J]. 新中医, 2012, 44(12): 55-56.