# 川西小黄菊茎叶三种黄酮成分含量测定及抗炎活性部位筛选

席嘉禾[a],陈帝君[b],谷英姿[a],熊慧[a],陈玉[b],杨光忠[a*]
(中南民族大学 a.药学院;b.化学与材料科学学院,湖北 武汉 430074)

**摘 要** 为进一步综合开发和利用川西小黄菊非药用部位(茎叶),采用HPLC法测定川西小黄菊茎叶中三种黄酮活性成分含量,结果表明三种黄酮类活性成分在川西小黄菊茎叶中均有检出,含量由高到低依次为木犀草素0.2650 mg/g、苜蓿素0.1720 mg/g、芹菜素0.1373 mg/g.同时为评价川西小黄菊茎叶抗炎活性,通过系统溶剂提取法分别制备80%乙醇、石油醚、乙酸乙酯和正丁醇四种提取物.采用CCK-8法检测四种提取物对小鼠单核巨噬细胞的毒性,确定提取物的安全剂量.通过脂多糖诱导小鼠单核巨噬细胞建立炎症模型,采用Griess法测定四种提取物对细胞NO释放量的抑制作用,并用实时荧光定量PCR检测相关炎症因子mRNA表达水平.结果表明川西小黄菊茎叶的正丁醇提取物在50 μg/mL浓度下,无细胞毒性,NO抑制率达到82.59%,推测通过降低TNF-α、IL-1β和iNOS的mRNA表达水平来发挥抗炎作用.研究结果初步表明川西小黄菊非药用部位(茎叶)含有同药用部位(花序)类似的活性成分,存在一定抗炎活性,具备深入开发的价值.

**关键词** 川西小黄菊;高效液相色谱;木犀草素;芹菜素;苜蓿素;抗炎活性
**中图分类号** R29 **文献标志码** A **文章编号** 1672-4321(2026)04-0489-07
**doi**:10.20056/j.cnki.ZNMDZK.20250834

# Determination of the contents of three flavonoids and screening of anti-inflammatory effective parts in the stems and leaves of *Tanacetum tatsienense*

Xi Jiahe[a], Chen Dijun[b], Gu Yingzi[a], Xiong Hui[a], Chen Yu[b], Yang Guangzhong[a*]
(South-Central Minzu University, a. School of Pharmaceutical Sciences; b. School of Chemistry and Materials Science, Wuhan 430074, Hubei China)

**Abstract** To further develop and utilize the non-medicinal parts (stems and leaves) of *Tanacetum tatsienense* (*T. tatsienense*), HPLC method was employed to quantify the contents of three active flavonoids in these parts. The results indicate that all three flavonoids are present in the stems and leaves, with concentrations ranked from highest to lowest as follows: Luteolin at 0.2650 mg/g, tricin at 0.1720 mg/g, and apigenin at 0.1373 mg/g. Additionally, to evaluate the anti-inflammatory activity of the stems and leaves of *T. tatsienense*, four extracts (80% ethanol, petroleum ether, ethyl acetate, and *n*-butanol) were prepared using a systematic solvent extraction method. The CCK-8 assay was utilized to assess the toxicity of these extracts on RAW 264.7 cells and to determine their safe dosage. An inflammation model was established by inducing RAW 264.7 cells with LPS. The Griess method was employed to evaluate the inhibitory effects of the extracts on cellular NO release, while q-PCR was used to measure the expression levels of related inflammatory factor mRNAs. The findings revealed that the *n*-butanol extract of the stems and leaves of *T. tatsienense* exhibited no cytotoxicity at a concentration of 50 μg/mL, with an NO inhibition rate of 82.59%. This extract demonstrated anti-inflammatory effects by reducing the mRNA expression levels of TNF-α, IL-1β, and iNOS. Overall, the research suggests that the non-medicinal parts (stems and leaves) of *T. tatsienense*

**收稿日期** 2025-01-19
* **通信作者** 杨光忠(1968-),男,教授,博士,研究方向:天然药物化学,E-mail:yanggz888@126.com
**基金项目** 国家重点研发项目(2022YFC3502200)

contain active ingredients similar to those found in the medicinal parts (inflorescences), possess notable anti-inflammatory activity, and hold potential for further development.

**Keywords** *Tanacetum tatsienense*; HPLC; luteolin; apigenin; tricin; anti-inflammatory activity

川西小黄菊为菊蒿属植物*Tanacetum tatsienense* (Bureau & Franchet) K. Bremer & Humphries,其药用部位为干燥花序,是藏药打箭菊的重要来源[1-2].藏药名著《晶珠本草》记载鞑新菊(打箭菊别名)治头破伤,并且能够干黄水[3].现代研究表明打箭菊具有抗炎镇痛、抗心肌缺血、保肝等药理活性[4-6];且黄酮类成分为其主要有效成分[7-8].作为藏药方剂中的止痛高频药,打箭菊在二十五味珊瑚丸、甘露灵丸、仲泽八味沉香丸、三十五味沉香丸、秘诀十三味红花散等多个藏药制剂中均有应用[9-10].

《中华人民共和国卫生部药品标准》藏药第一册[11]和《藏药标准》[12]中规定川西小黄菊的药用部位仅为干燥花序,需除去茎叶.近年来对野生打箭菊的过度采摘使得其野生资源几近枯竭.作为濒危野生藏药材之一[13],近年来虽已有人工培育打箭菊的相关研究报道[14],但仍然无法满足市场需求,所以对川西小黄菊非药用部位(茎叶)的开发应用迫在眉睫.课题组前期研究成果初步表明川西小黄菊茎叶中主要化学成分类型与花序相同[15-16],具备一定开发价值.然而,对川西小黄菊非药用部位活性成分的定量分析及抗炎活性筛选的相关研究工作尚无报道.因而,本文采用HPLC法来测定打箭菊中三种代表性黄酮类化合物木犀草素、苜蓿素、芹菜素在茎叶中的含量,以脂多糖诱导RAW 264.7细胞建立炎症模型,通过Griess法测定川西小黄菊非药用部位的抗炎活性,并用q-PCR法检测相关炎症因子mRNA表达水平,探讨川西小黄菊非药用部位发挥抗炎活性初步的分子机制,以期从物质基础和药理活性两方面对川西小黄菊非药用部位的开发利用提供一定科学依据.

## 1 仪器与材料

### 1.1 仪器

高效液相色谱仪(Ultimate 3000分析型,美国戴安);色谱柱(5C18-MS-Ⅱ型,4.6 mm I.D. ×250 mm,5 μm,COSMOSIL公司);超声波清洗器(KQ3200E型,昆山超声仪器公司);实验室超纯水机(CJ-LTL20I型,四川纯洁公司);电热恒温水浴锅(DK-98-ⅡA型,天津市泰斯特);精密天平(AUW120D型,日本岛津).超净工作台(SW-CJ-2FDG型,莱特南通公司);多功能酶标仪(354型,美国赛默飞);高速冷冻离心机(TGL-20M型,长沙平凡仪器);二氧化碳培养箱(MCP-170H型,安徽中科都菱);光学显微镜(ASV0870-HK830型,深圳奥斯微);PCR仪(BIO-RAD C1000 TOUCH型)、荧光定量PCR检测系统(CFX Connect™)(伯乐上海公司).

### 1.2 材料

试剂:对照品苜蓿素(自制,纯度大于98%).对照品木犀草素、对照品芹菜素、地塞米松(DXM)(上海源叶);高糖DMEM培养基(美国Gibco);青霉素-链霉素-两性霉素(武汉赛维尔);磷酸盐缓冲液(PBS)(美国Gibco);胎牛血清(杭州四季青);细胞培养级二甲基亚砜(DMSO)(北京索莱宝);脂多糖(LPS)(美国Sigma);CCK-8检测试剂盒、NO检测试剂盒(上海碧云天);PCR转录试剂盒(美国赛默飞);SYBR q-PCR Master Mix(南京诺唯赞);PCR引物序列见表1(北京擎科).

表1 引物名称和序列

Tab. 1 Primer name and sequences

| Gene | Sequence of Primers(5′-3′) |
|---|---|
| *Actin* | Forward:GTACTCTGTGTGGATCGGTGG |
| | Reverse:AAACGCAGCTCAGTAACAGTCC |
| *TNF-α* | Forward:CAGAAAGCATGATCCGCGAC |
| | Reverse:GGGAACTTCTCATCCCTTTGG |
| *iNOS* | Forward:GGGCAGCCTGTGAGACCTT |
| | Reverse:TGAGGGCTCTGTTGAGGTCTA |
| *IL-1β* | Forward:GCCACCTTTTGACAGTGATGAG |
| | Reverse:CTGCCTGAAGCTCTTGTTGATG |

药材:川西小黄菊茎叶药材于2022年6月采集于青海省果洛藏族自治州,由中南民族大学药学院刘新桥教授鉴定为菊科菊蒿属植物川西小黄菊*Tanacetum tatsienense* (Bureau & Franchet) K. Bremer & Humphries的干燥茎叶.

细胞:小鼠单核巨噬细胞RAW264.7(武汉普诺赛).

## 2 实验方法

### 2.1 川西小黄菊茎叶活性成分含量测定

#### 2.1.1 色谱条件

色谱柱(COSMOSIL $5C_{18}$-MS-Ⅱ,4.6 mm I.D.×

250 mm，5 μm）；流动相为甲醇（A）-0.1% 磷酸水溶液（B），等度洗脱（A∶B=44∶56，时间 0~70 min）；流速 1.0 mL/min；柱温 30 ℃；检测波长 350 nm；川西小黄菊茎叶供试品溶液进样量 60 μL，对照品溶液进样量 20 μL. 图 1 为 3 种化合物结构图，图 2 中，峰 1 为木犀草素，峰 2 为芹菜素，峰 3 为苜蓿素.

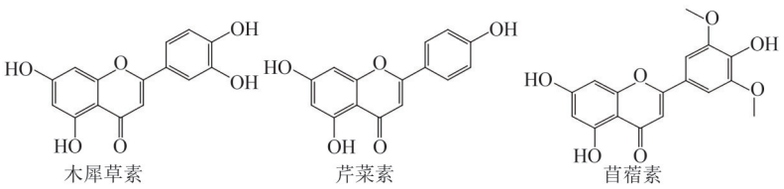



图 1　木犀草素、芹菜素和苜蓿素的化学结构图

Fig. 1　Chemical structure of luteolin，apigenin，and tricin

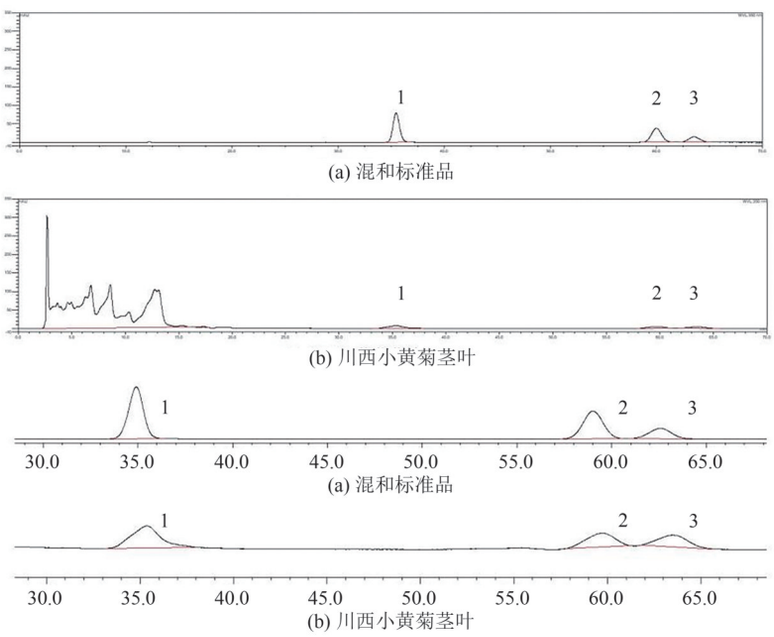



图 2　混合对照品（a）和川西小黄菊茎叶（b）液相色谱图及放大

Fig. 2　HPLC chromatograms and enlarged views of reference substances of three flavonoids（a），sample of the stems and leaves of *T. tatsienense*（b）

2.1.2　对照品溶液的制备

精密称取木犀草素对照品、芹菜素对照品、苜蓿素对照品，分别加入甲醇溶解，制成 0.236 mg/mL 木犀草素对照品溶液、0.218 mg/mL 芹菜素对照品溶液和 0.108 mg/mL 苜蓿素对照品溶液.

2.1.3　供试品溶液的制备

精密称定 1 g 川西小黄菊茎叶药材粉末（过二号筛），置于圆底烧瓶中，加入 80% 甲醇 50 mL，称重，80 ℃水浴回流 1 h，冷却，称重，用 80% 甲醇补足重量，摇匀，过滤，取续滤液，即得供试品溶液. 进样前应过微孔滤膜（0.22 μm）.

2.1.4　线性关系考察

精密量取木犀草素对照品溶液 0.6、1.2、1.8、2.4、3.0 mL 于 10 mL 容量瓶中，然后依次加入芹菜素对照品溶液 0.08、0.16、0.24、0.32、0.4 mL 及苜蓿素对照品溶液 0.9、1.8、2.7、3.6、4.5 mL，甲醇定容后得到不同浓度混合对照品溶液. 按照上述色谱条件进样，以峰面积（*Y*）对三种黄酮进样浓度（*X*）进行线性回归.

2.1.5　精密度试验

精密量取木犀草素对照品溶液 3.0 mL，芹菜素对照品溶液 0.4 mL，苜蓿素对照品溶液 4.5 mL 于 10 mL 容量瓶中，用甲醇定容，得到混合对照品溶液. 精密吸取上述混合对照品溶液，按 2.1.1 项的色谱条件连续进样 6 次，测定峰面积.

2.1.6　稳定性试验

精密吸取供试品溶液，按 2.1.1 项的色谱条件于配制后 0、3、6、9、12、15、18、21 h 分别进样，测定峰面积.

2.1.7　重复性试验

取川西小黄菊茎叶粉末 6 份，按照 2.1.3 项下方法制备供试品溶液，按 2.1.1 项的色谱条件进行

HPLC测定,并计算三种黄酮含量及其RSD值.

2.1.8 加样回收试验

取已知含量的川西小黄菊茎叶6份,约0.5 g,精密称定,置圆底烧瓶中,分别精密加入1 mL混合对照品溶液,按照2.1.3项下方法制备供试品溶液,按2.1.1项的色谱条件测定,记录峰面积,计算回收率(%)及其RSD值.

### 2.2 川西小黄菊茎叶抗炎活性部位筛选

2.2.1 川西小黄菊茎叶不同提取物的制备

干燥川西小黄菊茎叶药材粉碎后过2号筛.取100 g药材粉末,加入80%乙醇室温浸提24 h,料液比1∶10,提取3次.合并提取液并过滤,将滤液浓缩至浸膏状.取浸膏加水混悬,依次用石油醚、乙酸乙酯、正丁醇进行萃取.真空干燥,即得川西小黄菊茎叶80%乙醇提取物(80% ethanol extract)、石油醚提取物(petroleum ether extract)、乙酸乙酯提取物(ethyl acetate extract)、正丁醇提取物(*n*-butanol extract).

2.2.2 小鼠单核巨噬细胞RAW264.7的培养

使用DMEM完全培养基(DMEM基础培养基∶胎牛血清∶三抗=90∶10∶1的体积比配制)培养RAW264.7细胞,置于37 ℃、5% $CO_2$细胞培养箱中恒温培养至贴壁.

2.2.3 川西小黄菊茎叶不同提取物对RAW264.7细胞存活率影响

将细胞浓度为$1\times10^5$个/mL的细胞悬液接种于96孔细胞培育板中,将培养板置于37 ℃、5% $CO_2$细胞培养箱中恒温培养至贴壁.四个提取物分别设置0、25、50、100 μg/mL的给药浓度,给药24 h后吸弃旧培养液及药液,加入CCK-8试剂.继续孵育1 h.将96孔板置于酶标仪中,检测450 nm处吸光度,计算细胞存活率.

2.2.4 川西小黄菊茎叶不同提取物对RAW264.7细胞NO释放量的影响

铺板操作同2.2.3.根据细胞存活率结果,设置空白组、脂多糖LPS模型组(1 μg/mL)、不同剂量川西小黄菊茎叶提取物组(提取物分别设置5、10、20、50 μg/mL的给药浓度).给药24 h后,吸取细胞上清液,转移至新的96孔板中.按照一氧化氮试剂盒说明书添加试剂.于540 nm测定吸光度并计算NO释放量.

2.2.5 茎叶正丁醇提取物对RAW264.7细胞*TNF-α*、*IL-1β*和*iNOS* mRNA表达的影响

根据细胞存活率及NO抑制率结果进行筛选,设置空白组、脂多糖LPS模型组(1 μg/mL)、阳性药地塞米松DXM组(10 μM)、不同剂量川西小黄菊茎叶正丁醇提取物组(20、40、80 μg/mL).Trizol试剂提取细胞总RNA并反转录为cDNA,在实时荧光定量PCR仪上进行荧光定量PCR反应.以*β-actin*作为内参基因,计算目的基因相对表达水平.

2.2.6 统计与分析

数据统计分析使用Graph Pad Prism 5软件,所有数据以均数±标准差表示,使用单因素方差分析进行比较.$P<0.05$被认为差异具有统计学意义.

## 3 实验结果

### 3.1 川西小黄菊茎叶活性成分含量测定

3.1.1 线性关系考察

如表2所示,木犀草素、芹菜素和苜蓿素分别在各线性范围内线性关系良好.

表2 木犀草素、芹菜素和苜蓿素回归方程、相关系数和线性范围

Tab. 2 Regression equation, correlation coefficient and linear ranges of luteolin, apigenin, and tricin

| 化合物 | 回归方程 | $R^2$ | 线性范围(mg/mL) |
|---|---|---|---|
| 木犀草素 | $Y$=1340.6$X$-4.2869 | 0.9994 | 0.01416~0.0708 |
| 芹菜素 | $Y$=1317$X$-0.9483 | 0.9991 | 0.001744~0.00872 |
| 苜蓿素 | $Y$=1068.9$X$-1.7005 | 0.9990 | 0.00972~0.0486 |

3.1.2 精密度试验

结果表明木犀草素、芹菜素和苜蓿素的峰面积RSD值分别为1.09%、1.53%和0.97%.说明仪器的精密度良好.

3.1.3 稳定性试验

木犀草素峰面积的RSD为1.80%,芹菜素峰面积的RSD为1.38%,苜蓿素峰面积的RSD为0.98%,表明供试品溶液在24 h内稳定.

3.1.4 重复性试验

表3表明川西小黄菊茎叶中木犀草素、芹菜素和苜蓿素平均含量依次为0.2650、0.1373和0.1720 mg/g,RSD分别为0.70%、1.59%和1.52%,说明该方法重复性良好.

3.1.5 加样回收试验

川西小黄菊茎叶中木犀草素、芹菜素和苜蓿素平均回收率依次为107.4%、104.2%和104.2%,RSD分别为0.32%、1.36%和0.41%.《中国药典》2020年版9101项下[17]要求相应的回收率限度为85%~110%,各回收率均符合要求,说明该方法准确度良好.

表3　川西小黄菊茎叶黄酮含量重复性试验结果（$n$=6）

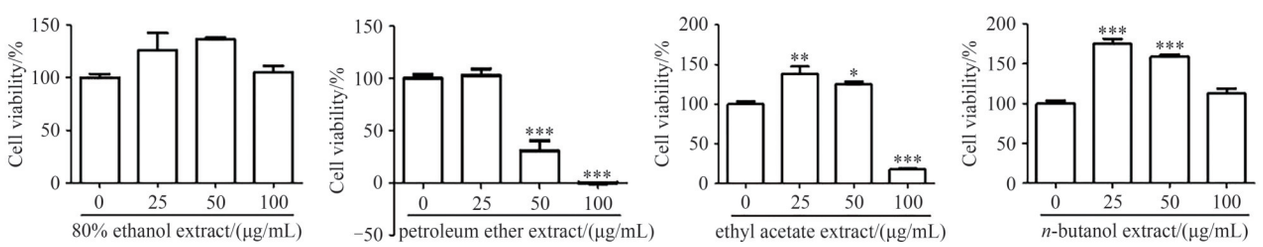
Tab. 3　Repeatability test of the stems and leaves of *T. tatsienense* ($n$=6)

| 名称 | 编号 | 取样量/g | 含量/(mg/g) | 平均值 | RSD/% |
|---|---|---|---|---|---|
| 木犀草素 | 1 | 1.0001 | 0.2624 | 0.2650 | 0.70 |
| | 2 | 1.0000 | 0.2653 | | |
| | 3 | 1.0007 | 0.2634 | | |
| | 4 | 1.0005 | 0.2651 | | |
| | 5 | 1.0014 | 0.2657 | | |
| | 6 | 1.0011 | 0.2677 | | |
| 芹菜素 | 1 | 1.0001 | 0.1383 | 0.1373 | 1.59 |
| | 2 | 1.0000 | 0.1387 | | |
| | 3 | 1.0007 | 0.1389 | | |
| | 4 | 1.0005 | 0.1372 | | |
| | 5 | 1.0014 | 0.1330 | | |
| | 6 | 1.0011 | 0.1373 | | |
| 苜蓿素 | 1 | 1.0001 | 0.1690 | 0.1720 | 1.52 |
| | 2 | 1.0000 | 0.1752 | | |
| | 3 | 1.0007 | 0.1712 | | |
| | 4 | 1.0005 | 0.1694 | | |
| | 5 | 1.0014 | 0.1729 | | |
| | 6 | 1.0011 | 0.1746 | | |

## 3.2　川西小黄菊茎叶抗炎活性部位筛选

### 3.2.1　川西小黄菊茎叶不同提取物对RAW264.7细胞存活率影响

用CCK-8法检验川西小黄菊茎叶的80%乙醇提取物、石油醚提取物、乙酸乙酯提取物、正丁醇提取物对RAW264.7细胞的细胞毒性．图3检测结果表明川西小黄菊茎叶80%乙醇提取物和正丁醇提取物几乎没有细胞毒性，提取物浓度在25、50、100 μg/mL时，RAW264.7细胞存活率均大于100%；川西小黄菊茎叶石油醚提取物细胞毒性最大，在浓度为50 μg/mL时，细胞存活率仅为30.51%；茎叶乙酸乙酯提取物在浓度为50 μg/mL时，细胞存活率较高，为120.55%；而在浓度为100 μg/mL时，细胞存活率仅为20.50%，存在一定细胞毒性．由细胞存活率结果可知，川西小黄菊茎叶80%乙醇提取物、乙酸乙酯提取物、正丁醇提取物在给药浓度50 μg/mL时，均有较高细胞存活率（>90%），故将其设置为NO释放量实验的最大给药浓度；茎叶石油醚提取物细胞毒性强，不再进行后续实验．



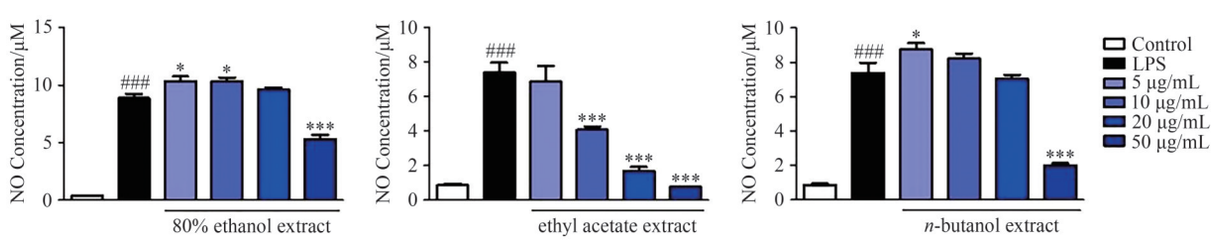

与Control组相比，$^{*}P$<0.05，$^{**}P$<0.01和$^{***}P$<0.001.

图3　川西小黄菊茎叶80%乙醇提取物、石油醚提取物、乙酸乙酯提取物、正丁醇提取物作用后RAW264.7细胞存活率

Fig. 3　Cell viability of RAW264.7 cells after treatment with 80% ethanol extract, petroleum ether extract, ethyl acetate extract, and *n*-butanol extract from the stems and leaves of *T. tatsienense*

### 3.2.2　川西小黄菊茎叶不同提取物对RAW264.7细胞NO释放量的影响

通过体外抗炎实验，以LPS诱导RAW 264.7细胞作为炎症模型，Griess法测定NO含量．图4结果表明：与空白对照组比，LPS模型组NO释放量明显升高，差异具有统计学意义（$P$<0.001），说明造模成功．川西小黄菊茎叶80%乙醇提取物在50 μg/mL时NO抑制率为42.12%，其余浓度均无抑制效果．乙酸乙酯提取物给药浓度为20 μg/mL时，NO抑制率为87.65%；正丁醇提取物在50 μg/mL时，NO抑制率为82.59%，二者均具有较好抗炎活性．但结合图3中乙酸乙酯提取物在高浓度（100 μg/mL）时细胞毒性




与Control组相比，$^{\#\#\#}P$<0.001；与LPS处理组相比，$^{*}P$<0.05，$^{***}P$<0.001.

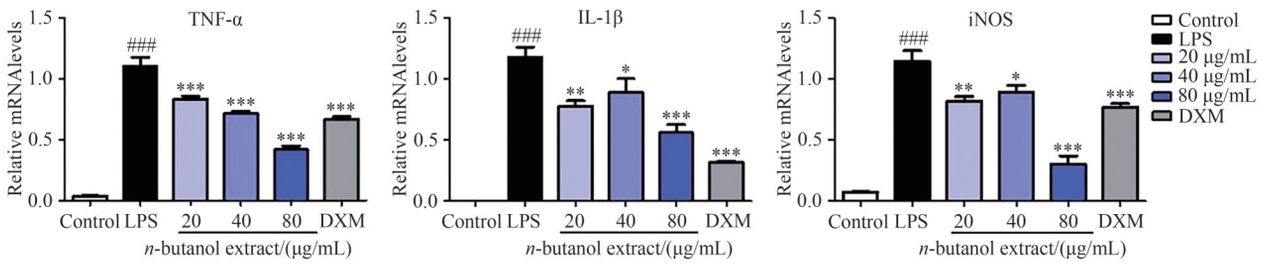
图4　川西小黄菊茎叶80%乙醇提取物、乙酸乙酯提取物、正丁醇提取物作用后RAW264.7细胞NO释放量

Fig. 4　NO concentration of RAW264.7 cells after treatment with 80% ethanol extract, ethyl acetate extract, and *n*-butanol extract from the stems and leaves of *T. tatsienense*

较强,故筛选出细胞毒性小且抗炎活性好的正丁醇提取物进行后续实验.

3.2.3 川西小黄菊茎叶正丁醇提取物对RAW264.7细胞中*TNF-α*、*IL-1β*和*iNOS* mRNA表达的影响

在mRNA水平,川西小黄菊茎叶正丁醇提取物显著抑制TNF-α、IL-1β和iNOS表达.与空白对照组比,LPS模型组三种炎症因子的mRNA表达都明显升高,差异具有统计学意义($P$<0.001).与LPS模型组相比,川西小黄菊茎叶正丁醇提取物(20、40、80 μg/mL)的*TNF-α*、*IL-1β*和*iNOS*表达均有一定程度降低,见图5所示.其中TNF-α因子的mRNA表达水平随着正丁醇提取物浓度增加而下降,且高剂量给药组*TNF-α*和*iNOS*的mRNA水平比阳性药DXM组更低.实验结果表明川西小黄菊茎叶正丁醇提取物具有良好的抗炎活性.




与Control组相比,$^{###}P$<0.001;与LPS处理组相比,$^{*}P$<0.05,$^{**}P$<0.01和$^{***}P$<0.001.

图5 川西小黄菊茎叶正丁醇提取物作用后RAW264.7细胞TNF-α、IL-1β和iNOS mRNA表达水平

Fig. 5 The mRNA expression levels of TNF-α, IL-1β and iNOS in RAW264.7 cells after treatment with the *n*-butanol extract from the stems and leaves of *T. tatsienense*

## 4 讨论

打箭菊多生长在海拔3500米以上地区,生长环境低温严寒且伴有强紫外照射,使得其生长缓慢[18].市场对打箭菊资源的大量需求导致其价格涨幅严重,人类对打箭菊的过度采摘使得野生打箭菊资源严重匮乏[19].将茎叶代替入药可实现废弃药用资源再利用,扩充打箭菊的药用资源.

木犀草素、芹菜素、苜蓿素、槲皮素及其苷是打箭菊中主要的黄酮类成分.研究表明[20]苜蓿素多存在于禾本科植物中,菊科植物中并不多见;目前天然植物中分离出的苜蓿素及其衍生物主要为游离苜蓿素、苜蓿素-糖苷、苜蓿素-木脂素和苜蓿素-木脂素-糖苷结构,而这四类结构在打箭菊中都已分离得到[15],故苜蓿素可作为打箭菊的特征性成分.木犀草素和芹菜素在菊科植物中分布广泛,且三种黄酮类成分具有抗炎、镇痛、抗肿瘤等药理活性[20-22].故本实验选择木犀草素、芹菜素和苜蓿素作为川西小黄菊茎叶的测定指标.本研究发现在茎叶中三种黄酮类活性成分均有检出,三种黄酮成分含量由高到低依次为木犀草素、苜蓿素、芹菜素.文献报道不同产地、不同采收时间的打箭菊中木犀草素含量为0.0436~0.5139 mg/g,芹菜素含量为0.0113~0.3200 mg/g[23].本实验测定的茎叶中木犀草素、芹菜素和苜蓿素平均含量依次为0.2650 mg/g,0.1373 mg/g和0.1720 mg/g,处于文献报道的含量范围内.目前针对打箭菊的质量标准仅有性状、显微鉴别和理化鉴别[11-12],形式相对单一且缺乏针对性,没有相关成分的含量测定.为实现茎叶入药,仍需对茎叶部分的药效学进行研究,并提高药材的质量标准.前期研究[15]也发现茎叶中主要化学成分类型与花序相同,表明川西小黄菊茎叶有深入开发利用的空间,从物质基础角度证实其茎叶入药的可行性.

巨噬细胞可通过分泌促炎细胞因子等物质(包括TNF-α、IL-1β和iNOS)诱发炎症反应[24-25].结果显示川西小黄菊茎叶的不同提取物在高浓度(50 μg/mL)时均有一定抗炎活性.由细胞毒性和巨噬细胞NO释放量结果可筛选出其正丁醇提取物无毒且抗炎活性更好.正丁醇提取物可明显降低*TNF-α*、*IL-1β*和*iNOS* mRNA表达,也印证川西小黄菊茎叶一定程度上可抑制LPS诱导的RAW264.7细胞炎症进程.从生物活性角度表明川西小黄菊茎叶代替花序入药具有合理性.

本实验对川西小黄菊非药用部位中三种特征性黄酮成分进行含量分析,并通过一系列体外实验对川西小黄菊茎叶部位的抗炎活性进行验证,实验结果初步提示其正丁醇部位可能为抗炎活性部位.未来可从细胞炎症因子水平、相关蛋白表达及体内实验对川西小黄菊茎叶部分的药理活性进行深入

研究．结合川西小黄菊生长周期、生长环境和市场价格等因素，其茎叶仍有深入开发价值．

## 参 考 文 献


[1] 贾敏如，李星炜．中国民族药志要[M]．北京：中国医药科技出版社，2005.

[2] 罗达尚．中华藏本草[M]．北京：民族出版社，1997.

[3] 帝玛尔·丹增彭措．晶珠本草[M]．上海：上海科学技术出版社，1986.

[4] 张凌，张道英，顿珠，等．藏药打箭菊抗炎镇痛作用的初探[J]．江西中医学院学报，2009，21(5)：61-62.

[5] 严海英，李永芳，钱蔚．川西小黄菊醇提液对心肌缺血大鼠血流动力学的影响[J]．华西药学杂志，2011，26(4)：354-355.

[6] 林朝展，陈德金，贝日·泽仁达瓦，等．打箭菊对D-半乳糖胺所致大鼠急性肝损伤的保护作用[J]．中药药理与临床，2011，27(5)：79-81.

[7] 林朝展，祝晨蔼，贝日·泽仁达瓦，等．藏药阿夏塞尔郡的化学成分研究[J]．中药新药与临床药理，2014，25(2)：192-196.

[8] Liu X，Du Y，Xie W，et al. Scalemic diacetylenic spiroacetal enol ethers from the flowers of *Tanacetum tatsienense*[J]. Phytochemistry，2023，209：113619.

[9] 巴桑石达，贡嘎朗杰，卓玛加，等．基于数据挖掘探讨藏药止痛方剂用药规律[J]．西藏科技，2023(10)：49-53.

[10] 中央民族大学民族药医院制剂目录课题组．中国民族药医院制剂目录-第一卷[M]．北京：化学工业出版社，2020.

[11] 中华人民共和国卫生部．中华人民共和国卫生部药品标准(藏药卷)[S]．北京：人民卫生出版社，1995.

[12] 西藏，青海，四川等六省区卫生局编．藏药标准[S]．青海：人民卫生出版社，1979.

[13] 旦增曲培．濒危藏药草本药材在拉萨夺底沟生长分布情况的调查报告[J]．中国民族医药杂志，2016，22(1)：42-44.

[14] 李蕊，陈文莉，孙泽元，等．光照、温度和干旱胁迫对藏药川西小黄菊种子萌发的影响[J]．中草药，2023，54(19)：6443-6451.

[15] Lu Q X，Xiong H，Du Y，et al. Polyacetylenes and flavonoids from the stems and leaves of *Pyrethrum tatsienense*[J]. Phytochemistry Letters，2020，40：130-134.

[16] 陈玉，卢青秀，年贺凤，等．川西小黄菊茎化学成分的研究[J]．中南民族大学学报(自然科学版)，2020，39(2)：174-179.

[17] 国家药典委员会．中华人民共和国药典：四部[S]．北京：中国医药科技出版社，2020：480.

[18] 陈文年，吴彦，吴宁，等．3种高山植物的物候和种群分布格局在融雪梯度上的变化[J]．植物研究，2011，31(2)：206-212.

[19] 金涛．西藏道地药材产业发展现状与路径浅析[J]．西藏农业科技，2020，42(2)：1-3.

[20] Li M，Pu Y，Yoo C G，et al. The occurrence of tricin and its derivatives in plants[J]. Green Chemistry，2016，18(6)：1439-1454.

[21] Punia Bangar S，Kajia P，Chaudhary V，et al. Luteolin：A flavone with myriads of bioactivities and food applications[J]. Food Bioscience，2023，52：102366.

[22] Kashyap D，Sharma A，Tuli H S，et al. Apigenin：A natural bioactive flavone-type molecule with promising therapeutic function[J]. Journal of Functional Foods，2018，48：457-471.

[23] 李蕊，陈文莉，康点点，等．川西小黄菊HPLC指纹图谱建立及7种成分含量测定[J]．中成药，2024，46(6)：1794-1799.

[24] Ma W，Ren F C，Wang X R，et al. Anti-inflammatory effect of xanthones from *Hypericum beanii* on macrophage RAW 264.7 cells through reduced NO production and TNF-$\alpha$，IL-1$\beta$，IL-6，and COX-2 expression[J]. Molecules，2024，29(15)：3705.

[25] Ahn C B，Jung W K，Park S J，et al. Gallic acid-g-chitosan modulates inflammatory responses in LPS-stimulated RAW264.7 cells *via* NF-κB，AP-1，and MAPK pathways[J]. Inflammation，2016，39(1)：366-374.


（责编&校对　姚春娜）