裸花紫珠颗粒抗溃疡性结肠炎活性部位的化学成分表征

刘 沫[1]，欧阳丹薇[1]，康兴东[2,3]，吴 彤[1*]

（1. 中国医药工业研究总院，上海医药工业研究院有限公司，先导物成药性研究全国重点实验室，上海 201203；
2. 南京中医药大学中药学院，江苏南京 210023；3. 江西普正制药股份有限公司，江西吉安 343100）

摘要：采用葡聚糖硫酸钠诱导小鼠溃疡性结肠炎模型，确证了裸花紫珠颗粒水提醇沉上清液部分具有降低疾病活动指数、减轻结肠缩短程度、缓解结肠病理变化、降低血清中炎症因子水平的药理活性作用。然后，利用超高效液相色谱 - 四极杆 - 飞行时间质谱对裸花紫珠颗粒水提醇沉上清液的化学成分及其入血成分进行分析，从中鉴定出 61 个化学成分和 11 个原型入血成分。该研究为阐明裸花紫珠颗粒水提醇沉上清液部分的药效物质基础提供了依据，同时为进一步研究裸花紫珠颗粒有效缓解溃疡性结肠炎的作用机制提供了数据支持。

关键词：裸花紫珠颗粒；生物活性；溃疡性结肠炎；水提；醇沉；化学成分；鉴定；血清药物化学

中图分类号：R283.6；R284.1 **文献标志码**：A **文章编号**：1001-8255(2026)03-0303-13

引用：刘 沫，欧阳丹薇，康兴东，等．裸花紫珠颗粒抗溃疡性结肠炎活性部位的化学成分表征［J］．中国医药工业杂志，2026, **57**(3)：303-315．DOI：10.16522/j.cnki.cjph.2026.03.007

Chemical Profiling of the Anti-ulcerative Enteritis Bioactive Fraction from *Luohua Zizhu* Granules

LIU Mo[1], OUYANG Danwei[1], KANG Xingdong[2,3], WU Tong[1*]

(*1. National Key Lab. of Lead Druggability Research, Shanghai Institute of Pharmaceutical Industry Co., Ltd., China State Institute of Pharmaceutical Industry, Shanghai 201203; 2. School of Chinese Materia Medica, Nanjing University of Chinese Medicine, Nanjing 210023; 3. Jiangxi Puzheng Pharmaceutical Co., Ltd., Ji'an 343100*)

ABSTRACT: In this study, a mouse model of ulcerative colitis (UC) was induced using dextran sulfate sodium (DSS), and the pharmacological activities of the supernatant fraction from the ethanol precipitation of the aqueous extract of *Luohua Zizhu* granules were verified, including reducing the disease activity index (DAI), alleviating colon shortening, relieving colonic pathological lesions, and decreasing the levels of inflammatory factors in serum. Subsequently, an ultra high performance liquid chromatography-quadrupole time-of-flight mass spectrometry (UPLC-Q-TOF-MS) method was employed to analyze the chemical constituents and the absorbed prototype constituents in serum of the supernatant. A total of 61 chemical constituents and 11 prototype constituents absorbed into serum were identified. This study provides a scientific basis for clarifying the pharmacodynamic material basis of the supernatant fraction from the ethanol precipitation of the aqueous extract of *Luohua Zizhu* granules and offers data support for further research on the mechanism of *Luohua Zizhu* granules in the treatment of UC.

Key Words: *Luohua Zizhu* granule; bioactivity; ulcerative colitis; aqueous extraction; ethanol precipitation; chemical constituent; identification; serum pharmacochemistry

溃疡性结肠炎是一种以浅表性黏膜溃疡和血便为特征，临床常伴随腹泻及腹痛等症状的炎症性肠病[1-2]。药物依赖风险、复发率居高不下以及长期用

收稿日期：2025-10-19

作者简介：刘 沫，博士研究生，专业方向：中药物质基础及机制。

通信作者：吴 彤，研究员，从事天然药物药效物质基础研究，以及中药、天然药物创新药研发。

药安全性等问题导致目前市场上针对溃疡性结肠炎的一线药物的临床应用存在显著局限性[3]。目前，专家学者已对溃疡性结肠炎的病因达成共识，认为该病的发生及发展是遗传易感基因位点变异、肠道微生态失衡、免疫应答反应失调等多维度生物学机制交互作用的结果，这些因素共同构成了复杂的多因素病理网络[4-6]。

近年来报道，中医药治疗溃疡性结肠炎疗效显著，优势独特[7-8]。裸花紫珠 *Callicarpa nudiflora* Hook. et Arn. 收载于 ChP 2025 年版，具有抗炎、抗菌、保护神经、抗氧化和镇痛等作用。文献[9-10]报道其所含的黄酮类化合物及多糖成分在溃疡性结肠炎实验模型中展现出良好的抗炎修复作用。目前，采用其单味提取物制成的裸花紫珠颗粒已上市，功效涵盖消炎、解毒、收敛、止血等；其中所含的成分复杂，既有多糖、多肽、纤维素等大分子成分，也有如黄酮、苯乙醇苷、环烯醚萜等小分子成分。化学成分分析是阐明裸花紫珠颗粒的药效物质、建立质量控制标准及保障临床用药安全的基础。因此，本研究聚焦裸花紫珠颗粒的水提醇沉上清液，首先开展药效学评价，随后运用超高效液相色谱 - 四极杆 - 飞行时间质谱（ultra high performance liquid chromatography-quadrupole time-of-flight mass spectrometry，UPLC-QTOF-MS）联用技术，分析各成分的准分子离子峰、碎片离子等信息。通过与文献数据对比，并结合本实验室自建的裸花紫珠成分数据库以及对照品分析，同时采用血清药物化学方法确定裸花紫珠颗粒的潜在核心成分，以期为阐明其药效物质基础、完善质量控制及拓展临床应用提供数据依据。

1　仪器与试药

ACQUITY™ 型超高效液相色谱系统和 Xevo G2 型单四极杆飞行时间质谱仪（美国 Waters 公司）；MS105 型电子分析天平（瑞士梅特勒 - 托利多仪器有限公司）；SB-5200DTD 型超声清洗机（宁波新芝生物科技股份有限公司）；Milli-Q 超纯水仪（默克化工技术有限公司）；HT165 型高速台式离心机（湘潭湘仪仪器有限公司）。

裸花紫珠颗粒中间体（江西普正制药股份有限公司，批号 211107）；葡聚糖硫酸钠（dextran sulfate sodium，DSS，美国 MP Biomedicals 公司）；TNF-α（批号 BY-EM220467）和 IL-1β（批号 BY-EM220174）ELISA 试剂盒购于上海博研生物科技有限公司；甲酸钠（0.5 mmol/L，美国赛默飞世尔公司，批号 183774）和亮氨酸脑啡肽溶液（200 ng/μL，美国 Waters 公司，批号 W01032126），用于仪器校准；甲酸、乙腈和甲醇为质谱级，其余试剂均为分析级，水为超纯水。

32 只雄性 BALB/c 小鼠［(20±2) g］和 10 只雄性 SD 大鼠［(200±20) g］购自浙江维通利华实验动物技术有限公司。动物许可证号：SYXK（沪）2019-0027。所有实验动物均饲养在上海医药工业研究院有限公司药理评价中心，室温 (25±1) ℃，相对湿度 50%～70%，12 h 昼夜交替，自由饮食饮水，动物实验经上海医药工业研究院伦理委员会批准（批准号 2022ZY083）。

2　方法与结果

2.1　水提醇沉上清液部分的制备

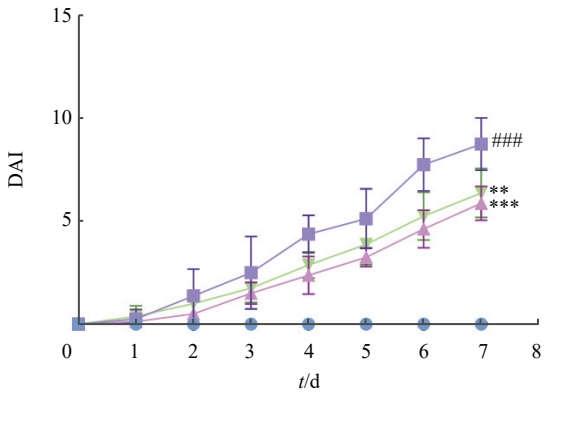
取经提取且不含辅料的裸花紫珠颗粒中间体 100 g，加入 10 倍量纯水，减压浓缩至原体积的 1/3，边搅拌边分次缓慢加入无水乙醇，至溶液体积达到 3 L，密闭冷藏 48 h；过滤，上清液浓缩回收乙醇，冻干后制成浸膏，即得（得率为 47.2%）。

2.2　药效学评价

将小鼠适应性饲养 7 d，随机分为正常组、模型组、裸花紫珠颗粒干预组（416 mg/kg）、水提醇沉上清液干预组（196 mg/kg），每组 8 只。其中，裸花紫珠颗粒干预组为阳性对照，给药剂量按照人用临床剂量折算；水提醇沉上清液干预组的剂量按得率进行折算。除正常组外，其余小鼠均饮用含 3.5% DSS 的水；干预组小鼠分别每日按相应剂量灌胃给药 1 次，正常组和模型组均给予等体积无菌水，连续给药 7 d。

2.2.1　对小鼠疾病活动指数（disease activity index，DAI）的影响

试验期间每天记录小鼠体质量及粪便状态，参考 COOPER 等[11]制定的方法进行 DAI 打分。结果如图 1 所示，与正常组相比，随着 DSS 的持续摄入，模型组小鼠 DAI 值显著升高（P<0.001）；经过裸花紫珠颗粒和水提醇沉上清液部分干预的小鼠，DAI

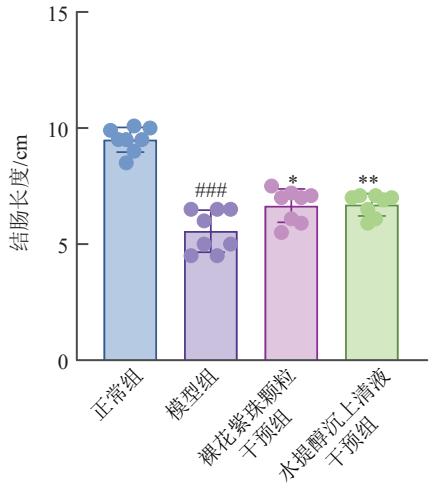


●—正常组；■—模型组；▼—水提醇沉上清液干预组；▲—裸花紫珠颗粒干预组。

注：与正常组相比，### 表示 $P<0.001$；与模型组相比，** 表示 $P<0.01$，*** 表示 $P<0.001$。

图 1　受试小鼠 DAI 评分结果（n=8）

Fig.1　DAI Scores of the Tested Mice (n= 8)



注：与正常组相比，### 表示 $P<0.001$；与模型组相比，* 表示 $P<0.05$，** 表示 $P<0.01$。

图 2　受试小鼠的结肠长度（n=8）

Fig.2　Colon Lengths of the Tested Mice (n=8)

值显著减小（分别为 $P<0.001$ 和 $P<0.01$），表明裸花紫珠颗粒和水提醇沉上清液组均对小鼠的肠炎有一定的改善作用。

2.2.2　对小鼠结肠长度的影响

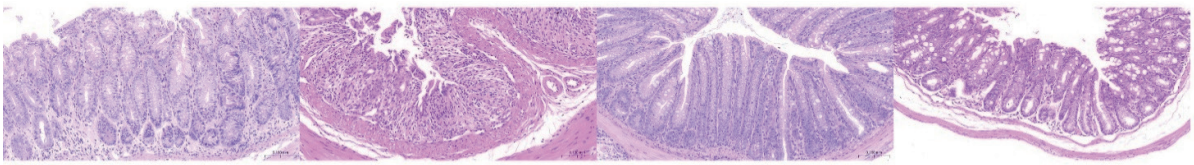
末次给药 30 min 后，小鼠经眼球取血约 0.5 mL 后实施安乐死。随后，收集结肠样本，测量肛门至回盲段的距离。结果如图 2 所示，与正常组相比，模型组小鼠结肠显著缩短（$P<0.001$）。相对于模型组，裸花紫珠颗粒和水提醇沉上清液干预组小鼠结肠长度缩短的现象均显著改善（分别为 $P<0.05$ 和 $P<0.01$）。

2.2.3　对小鼠结肠病理变化的影响

从每个结肠样本中取约 1 cm 的片段放入组织固定液中。固定后的结肠组织经过脱水、包埋、切片、脱蜡、复水、苏木素 - 伊红染色、脱水、透明、封片后，于光学显微镜下进行观察。结果如图 3 所示。组织病理学检查结果表明，模型组小鼠的结肠切片呈现出显著的病理特征，具体表现为黏膜及黏膜下层存在大量炎症细胞浸润。而经裸花紫珠颗粒或水提醇沉上清液干预的小鼠，结肠黏膜的水肿现象得到有效缓解，炎症细胞的浸润情况大幅改善，提示二者均对小鼠结肠黏膜有保护作用。

2.2.4　对小鼠血清中炎症因子的影响

小鼠全血室温放置 30 min，离心（1 646×g）10 min，取上清液检测其中细胞因子 TNF-α 和 IL-1β 的含量，操作过程按照 ELISA 试剂盒说明书进行。试验结果如表 1 所示。与正常组相比，模型组小鼠血清中的 TNF-α 和 IL-1β 含量显著增加（$P<0.001$）。而与模型



正常组　　模型组　　裸花紫珠颗粒干预组　　水提醇沉上清液干预组

图 3　各组小鼠结肠的病理变化情况（×20）

Fig.3　Pathological Changes in the Colon of Mice in Each Group (×20)

表 1　溃疡性结肠炎模型小鼠血清中的 TNF-α 和 IL-1β 水平 [1] ($\bar{x}\pm s$，n=6)

Tab.1　Levels of TNF-α and IL-1β in the Serum of Mice with Ulcerative Colitis ($\bar{x}\pm s$, n=6)

组别	TNF-α/(pg·mL^{-1})	IL-1β/(pg·mL^{-1})
正常组	192.86±26.34	174.56±27.50
模型组	440.50±43.14$^{\#\#\#}$	433.40±110.54$^{\#\#\#}$
裸花紫珠颗粒干预组	237.98±34.78*	333.03±124.82
水提醇沉上清液干预组	252.39±47.34*	245.18±20.05**

注：[1] 与正常组比：$^{\#\#\#}$ 表示 P<0.001；与模型组比：* 表示 P<0.05，** 表示 P<0.01。

组相比，颗粒干预组小鼠血清中仅 TNF-α 水平显著下降（P<0.05），水提醇沉上清液干预组小鼠血清中的 TNF-α 和 IL-1β 含量则均呈现显著下降趋势（分别为 P<0.05 和 P<0.01），表明后者对模型小鼠的全身炎症有显著改善作用。

2.3　裸花紫珠颗粒水提醇沉上清液部分的化学成分鉴定

2.3.1　色谱和质谱条件

色谱条件：色谱柱 Waters ACQUITY UPLC HSS T3 柱（2.1 mm×100 mm，1.8 mm）；流动相 A 为 0.1% 甲酸水溶液，B 为乙腈，线性梯度洗脱（程序如下：0—3 min，B 10.0%；3—8 min，B 10.0%—12.5%；8—13 min，B 12.5%—20.0%；13—15 min，B 20.0%—25.0%；15—30 min，B 25.0%；30—50 min，B 25.0%—45.0%；50—55 min，B 45.0%—70.0%；55—60 min，B 70.0%—100.0%；60—62 min，B 100.0%；62—62.1 min，B 100.0%—10.0%；62.1—70 min，B 10.0%）；柱温 35 ℃；流量 0.35 mL/ min；进样量 1 μL。

质谱条件：离子源 电喷雾离子源，正 / 负离子模式；电离源温度 120 ℃；脱溶剂气 氮气，流量 500 L/h，温度 400 ℃；锥孔气 氮气，流量 100 L/h；采样锥孔电压 40 eV；毛细管电压 3 500 eV；全扫描质量范围 50 ～ 1 500，扫描时间 0.3 s。在 MS^{E} 模式下，低能模式的碰撞能为 6 eV，高能模式的碰撞能为 25 ～ 60 eV（正 / 负离子模式）。以甲酸钠和亮氨酸脑啡肽溶液作为实时校正标准溶液，流量 5 μL/min；生成的参比校正离子为：正离子模式下 m/z 556.277 1 [M+H]$^{+}$，m/z 554.261 5[M－H]$^{-}$。所有数据采集和分析均采用 Masslynx 4.1 软件（美国 Waters 公司）。

2.3.2　供试品溶液的配制

取“**2.1**”项下浸膏 0.5 g，精密称定，置具塞锥形瓶中，精密加入 75% 甲醇 30 mL，密塞后精密称定，超声（功率 250 W，频率 40 kHz）30 min，放冷后再用 75% 甲醇补足减失的质量，摇匀，过滤，即得。

2.3.3　化学成分分析

取“**2.3.2**”项下供试品溶液，按“**2.3.1**”项下色谱质谱条件进行测定，得到正 / 负离子模式下的基峰色谱图（图 4）。采集质谱数据，结合文献数据推断裸花紫珠水提醇沉上清液部分的化学成分，共得到 61 个化学成分（表 2）。

2.3.4　黄酮类成分

裸花紫珠颗粒中的黄酮类成分是发挥抗炎作用的重要成分。基于 LC-MS 技术的分析表明，在负离子检测模式下，这类化合物容易去质子化形成 [M－H]$^{-}$ 的准分子离子峰。同时，黄酮苷类成分可以失去糖基，产生 [M－H－Glc]$^{-}$ 的特征性苷元碎片离子，还可能脱去中性碎片离子。

本研究通过 LC-MS 技术，从裸花紫珠颗粒水提醇沉上清液部分指认出 19 个黄酮类化合物（峰号分别 为 18、21、22、25、26、29、30、32、33、36、37、39、43、50、54 ～ 56、58、59）。以峰号为 26 的化合物（木犀草苷）为例，在负离子模式下，准分子离子峰为 m/z 447[M－H]$^{-}$，其二级质谱产生 m/z 285、151、133 的碎片离子。其中，m/z 285 为木犀草苷脱去一分子葡萄糖（m/z 162）而产生的碎片离子（木犀草素），而 m/z 151、133 的碎片离子是木犀草素发生黄酮类化合物经典的逆狄尔斯 - 阿德尔反应裂解产生的。通过系统分析裂解规律并参考文献 [12] 数据，推测该化合物为木犀草苷，具体的裂解方式如图 5 所示。

2.3.5　苯丙素类成分

苯丙素类成分是裸花紫珠的特征性成分，苯乙醇苷类成分是其中重要的亚类。这类化合物的结构特征是由苯乙醇单元通过糖苷键连接一个或多个糖基，形成双糖苷、三糖苷和四糖苷结构。在 LC-MS 负离子模式下，苯乙醇苷类成分通常以去质子化的 [M－H]$^{-}$ 准分子离子形式存在，部分化合物还

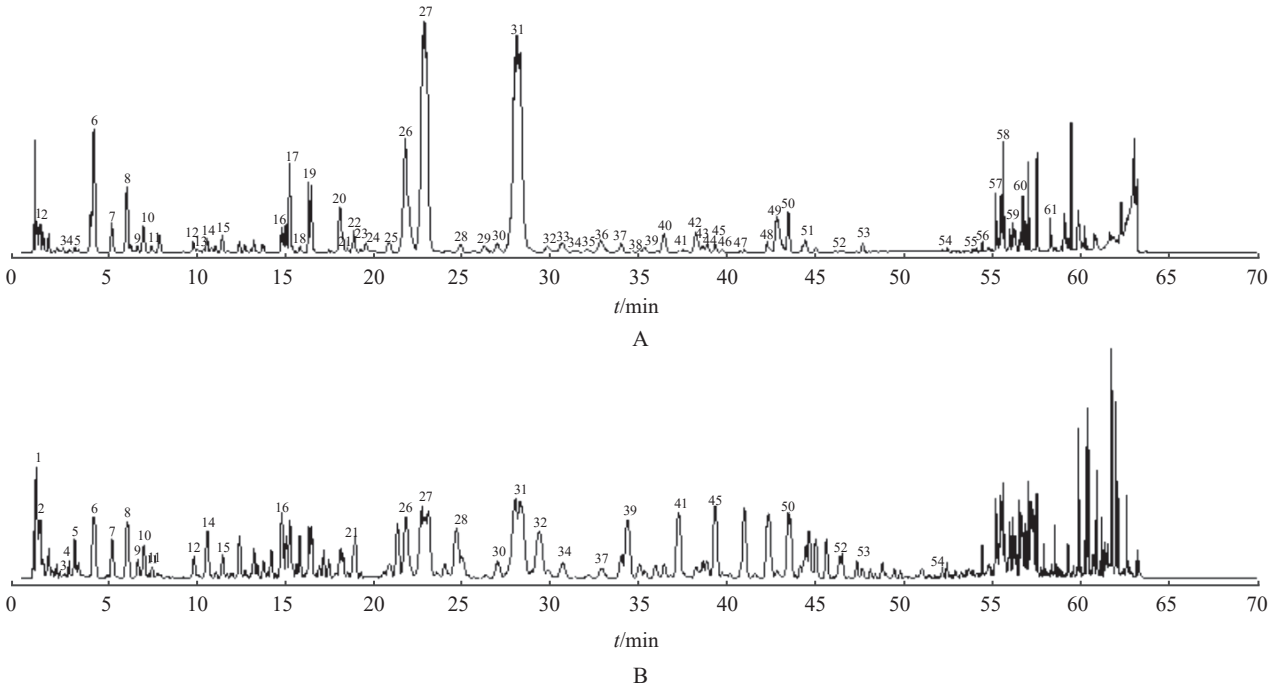


图 4 负（A）、正离子（B）模式下的基峰色谱图

Fig.4 Base Peak Chromatograms in Negative (A) and Positive (B) Modes

可能会出现［M+HCOO］⁻的加合离子。苯乙醇苷类化合物的二级裂解行为具有显著特征，主要表现为稳定的［M－H］⁻基峰，以及 *m/z* 179、161、135［caffeoyl］⁻或 *m/z* 153［phenethanol］⁻的特征碎片峰。通过 LC-MS 技术在裸花紫珠颗粒水提醇沉上清液部分鉴定出 29 个苯丙素类成分（峰号分别为 7、8、10、12、11 ～ 16、19、20、23、24、27、28、31、34、35、38、40 ～ 42、45、47、48、49、52、57）。根据参考文献和对照品，对苯丙素类的代表性成分的结构解析如下。

以峰 27 化合物（毛蕊花糖苷）为例，该化合物在负离子模式下检测到 *m/z* 623［M－H］⁻的准分子离子。其二级质谱分析显示，该化合物先脱去咖啡酰基得到 *m/z* 461 的碎片离子，随后进一步丢失鼠李糖基（Rha）得到 *m/z* 315 的碎片离子，同时谱图中可见 *m/z* 179、161 的咖啡酰基特征裂解碎片，与对照品及文献[13]信息对应一致，因此推测该成分为毛蕊花糖苷，其可能的裂解途径如图 6 所示。

峰号 28 化合物（连翘酯苷 B）的准分子离子峰为 *m/z* 755［M－H］⁻，其裂解过程呈现出典型的苯乙醇苷类特征。首先，丢失咖啡酰基（*m/z* 162）后产生 *m/z* 593 的碎片离子，随后通过 2 种裂解途径分别丢失鼠李糖基和芹菜糖基，相应产生 *m/z* 447 和 *m/z* 461 的碎片离子；*m/z* 447 的碎片离子再丢失葡萄糖基，产生 *m/z* 285 的碎片离子；同时，图谱中清晰可见 *m/z* 161、179 的咖啡酰基特征裂解碎片峰。通过与文献数据比对，推测该化合物为连翘酯苷 B。峰号 49 化合物（地黄苷）则显示出不同的裂解特征，其准分子离子峰为 *m/z* 651［M－H］⁻，脱去一分子鼠李糖基后产生 *m/z* 475 的主要碎片离子，在高能碰撞条件下可以观察到 *m/z* 193、175 的碎片离子。结合裂解规律和文献[14]报道，推测该成分为地黄苷。

2.3.6 环烯醚萜类成分

裸花紫珠中的环烯醚萜类化合物具有鲜明的结构特征，C-1 位通常连接葡萄糖，C-3 和 C-4 位存在双键或 C-4 位存在羧基，C-6 ～ 8 或 C-10 位常含有羟基、双键或环氧醚键。在负离子模式下，环烯醚萜苷会发生裂解脱氢生成准分子离子峰［M－H］⁻，同时易脱去母环上的功能基团，常见中性丢失 H_2O、CO_2、CH_3OH 等。裸花紫珠中的环烯醚萜主要是以

表 2　裸花紫珠颗粒水提醇沉上清液部分的 UPLC-Q-TOF-MS 推断结果

Tab.2　Tentative Identification of Components in the Supernatant Fraction from the Ethanol Precipitation of the Aqueous Extract of *Luohua Zizhu* Granules by UPLC-Q-TOF-MS

峰号	保留时间 /min	化合物名称 [1)]	分子式	加和离子	试验值 (*m/z*)	理论值 (*m/z*)	误差 /×10^6	碎片离子
1	1.19	枸橼酸	$C_6H_8O_7$	[M－H]$^-$	191.019 5	191.019 1	2.09	191[M－H]$^-$ 111[M－H－2H$_2$O－CO$_2$]$^-$
2	1.38	梓醇	$C_{15}H_{22}O_{10}$	[M－H]$^-$	361.113 4	361.113 1	0.83	361[M－H]$^-$ 199[M－H－Glc]$^-$
3	2.28	京尼平苷酸	$C_{16}H_{22}O_{10}$	[M－H]$^-$	373.113 1	373.113 5	－1.07	373[M－H]$^-$ 211[M－H－Glc]$^-$ 167[M－H－Glc－CO$_2$]$^-$ 149[M－H－Glc－CO$_2$－H$_2$O]$^-$
4	2.84	脱咖啡酰基毛蕊花糖苷	$C_{20}H_{30}O_{12}$	[M－H]$^-$	461.164 2	461.165 9	－3.69	923[2M－H]$^-$ 315[M－H－Rha]$^-$ 297[M－H－Rha－H$_2$O]$^-$ 153[M－H－Rha－Glu]$^-$
5	3.40	原儿茶酸	$C_7H_6O_4$	[M－H]$^-$	153.018 4	153.018 8	－2.61	153[M－H]$^-$ 109[M－H－CO$_2$]$^-$
6	4.32	原儿茶醛	$C_7H_6O_3$	[M－H]$^-$	137.024 4	137.023 9	3.65	137[M－H]$^-$ 108[M－H－HCO]$^-$
7	5.18	咖啡酸 3-*O*- 葡萄糖苷	$C_{15}H_{18}O_9$	[M－H]$^-$	341.086 7	341.087 3	－1.76	365[M+Na]$^-$ 179[M－H－Glc]$^-$
8	6.05	1-*O*- 咖啡酰 -(6-*O*-L- 吡喃鼠李糖基)- 吡喃葡萄糖苷	$C_{21}H_{28}O_{13}$	[M－H]$^-$	487.146 1	487.145 2	1.85	511[M+Na]$^-$ 179, 161, 135[caffeoyl]$^-$
9	6.63	胡黄连苷 II	$C_{23}H_{28}O_{13}$	[M－H]$^-$	511.145 2	511.146 8	－3.13	349[M－H－Glu]$^-$ 319[M－H－Glu－CH$_2$O]$^-$
10	6.98	6-*O*- 咖啡酰葡萄糖苷	$C_{15}H_{18}O_9$	[M－H]$^-$	341.087 6	341.087 3	0.88	179[M－H－Glu]$^-$
11	7.50	秦皮乙素	C_9H_6O	[M－H]$^-$	177.018 6	177.018 7	－0.56	149[M－H－CO]$^-$ 133[M－H－CO$_2$]$^-$ 121[M－H－2CO]$^-$
12	9.81	咖啡酸	$C_9H_8O_4$	[M－H]$^-$	179.035 2	179.034 4	4.47	135[M－H－CO$_2$]$^-$
13	10.11	肉苁蓉苷 F	$C_{21}H_{28}O_{13}$	[M－H]$^-$	487.144 9	487.145 1	－0.41	975[2M－H]$^-$ 179[M－H－Rha－Glu]$^-$ 135[M－H－Rha－Glu－CO$_2$]$^-$
14	10.59	5''-methoxy-ampicoside	$C_{24}H_{30}O_{14}$	[M－H]$^-$	541.154 5	541.155 7	－2.22	1 083[2M－H]$^-$ 565[M+Na]$^-$
15	11.37	肉苁蓉苷 F 的同分异构体	$C_{21}H_{28}O_{13}$	[M－H]$^-$	487.144 9	487.145 1	－0.41	975[2M－H]$^-$ 179[M－H－Rha－Glu]$^-$ 135[M－H－Rha－Glu－CO$_2$]$^-$
16	14.97	阿魏酸	$C_{10}H_{10}O_4$	[M－H]$^-$	193.049 2	193.050 1	－4.66	149[M－H－CO$_2$]$^-$ 134[M－H－CO$_2$－CH$_3$]$^-$
17	14.95	胡黄连苷III	$C_{25}H_{30}O_{13}$	[M－H]$^-$	538.142 6	538.145 2	－4.83	337[M－H－C$_9$H$_{12}$O$_5$]$^-$ 193, 175, 160[feruloyl]$^-$

（续表 2）

峰号	保留时间 /min	化合物名称 [1)]	分子式	加和离子	试验值 (*m/z*)	理论值 (*m/z*)	误差 /×10^6	碎片离子
18	15.78	木犀草素 -5-*O*- 新橙皮糖苷	$C_{27}H_{30}O_{15}$	[M－H]$^-$	593.149 5	593.150 6	－1.85	447[M－H－Rha]$^-$ 285[M－H－Rha－Glc]$^-$
19	16.35	*β*- 羟基毛蕊花糖苷	$C_{29}H_{36}O_{16}$	[M－H]$^-$	639.193 5	639.192 5	1.56	621[M－H－H_2O]$^-$ 459[M－H－H_2O－caffeoyl]$^-$ 179, 161, 135[caffeoyl]$^-$
20	18.04	*β*- 羟基异毛蕊花糖苷	$C_{29}H_{36}O_{16}$	[M－H]$^-$	639.193 5	639.192 5	1.56	621[M－H－H_2O]$^-$ 459[M－H－H_2O－caffeoyl]$^-$
21	18.46	柯伊利素 -7-*O*- 葡萄糖苷	$C_{21}H_{32}O_{12}$	[M－H]$^-$	475.183 1	475.181 5	3.37	299[M－H－Glua]$^-$
22	18.90	6- 羟基木犀草素 -7- 葡萄糖苷	$C_{21}H_{20}O_{12}$	[M－H]$^-$	463.089 1	463.087 7	3.02	301[M－H－Glc]$^-$ 151[$C_7H_3O_4$]$^-$
23	19.30	紫葳新苷 II	$C_{29}H_{36}O_{16}$	[M－H]$^-$	639.192 7	639.192 5	0.31	621[M－H－H_2O]$^-$ 459[M－H－H_2O－caffeoyl]$^-$ 179, 161, 135[caffeoyl]$^-$ 151[dehydrophenethanol]$^-$
24	19.53	车前草苷	$C_{29}H_{36}O_{16}$	[M－H]$^-$	639.193 5	639.192 5	1.56	477[M－H－caffeoyl]$^-$ 315[M－H－caffeoyl－Glc]$^-$ 161[M－H－caffeoyl－Glc－$C_8H_{10}O_3$]$^-$
25	20.71	木犀草素 -4',7- 二葡萄糖苷	$C_{27}H_{30}O_{16}$	[M－H]$^-$	609.146 7	609.145 6	1.81	461[M－H－GluA]$^-$ 285[M－H－GluA]$^-$
26	21.81	木犀草苷	$C_{21}H_{20}O_{11}$	[M－H]$^-$	447.093 7	447.092 7	2.24	447[M－H]$^-$ 285[M－H－Glc]$^-$ 241[M－H－Glc－CO_2]$^-$ 151[$C_7H_3O_4$]$^-$ 133[$C_8H_5O_2$]$^-$
27	22.91	毛蕊花糖苷 *	$C_{29}H_{36}O_{15}$	[M－H]$^-$	623.195 1	623.197 6	－4.01	461[M－H－caffeoyl]$^-$ 315[M－H－caffeoyl－Rha]$^-$ 179, 161, 135[caffeoyl]$^-$
28	25.01	连翘酯苷 B	$C_{34}H_{44}O_{19}$	[M－H]$^-$	755.239 6	755.239 9	－0.40	593[M－H－caffeoyl]$^-$ 447[M－H－caffeoyl－Rha]$^-$ 461[M－H－caffeoyl－Api]$^-$ 315[M－H－caffeoyl－ Api－Rha]$^-$
29	26.28	木犀草素 -4'- 甲氧基 -6- 羟基 -7-*O*-*β*-D- 葡萄糖苷	$C_{22}H_{22}O_{12}$	[M－H]$^-$	477.103 5	477.103 3	0.42	501[M+Na]$^-$ 315[M－H－Glc]$^-$ 301[M－H－Glc－CH_3]$^-$
30	26.80	木犀草素 -7-*O*- 新橙皮糖苷	$C_{27}H_{30}O_{15}$	[M－H]$^-$	593.149 5	593.150 6	－1.85	447[M－H－Rha]$^-$ 285[M－H－Rha－Glc]$^-$
31	28.09	异毛蕊花糖苷 *	$C_{29}H_{36}O_{15}$	[M－H]$^-$	623.197 1	623.197 6	－0.8	461[M－H－caffeoyl]$^-$ 315[M－H－caffeoyl－Rha]$^-$
32	29.88	3',4'-dimethoxyluteolin-7-*O*-hesperidin	$C_{29}H_{34}O_{15}$	[M－H]$^-$	621.184 5	621.181 9	4.19	475[M－H－ Rha]$^-$ 179, 161, 135[caffeoyl]$^-$

（续表 2）

峰号	保留时间 /min	化合物名称 [1)]	分子式	加和离子	试验值 (*m/z*)	理论值 (*m/z*)	误差 /×10^6	碎片离子
33	30.51	芹菜素 -7-*O*-*β*-D- 吡喃葡萄糖苷	$C_{21}H_{20}O_{10}$	[M－H]$^-$	431.098 0	431.097 8	0.46	237[M－H－Glua]$^-$
34	31.32	脱羟基毛蕊花糖苷	$C_{29}H_{36}O_{14}$	[M－H]$^-$	607.202 6	607.202 7	－0.16	631[M+Na]$^-$
35	32.00	samioside	$C_{24}H_{28}O_{12}$	[M－H]$^-$	507.149 2	507.150 3	－2.17	593[M－H－Glc]$^-$ 507[M－H]$^-$ 153[phenethanol]$^-$ 135[caffeoyl]$^-$
36	32.56	金圣草黄素 -7-*O*-*β*-D- 葡萄糖苷	$C_{22}H_{22}O_{11}$	[M－H]$^-$	461.108 8	461.108 4	0.87	485[M+Na]$^-$ 299[M－H－Glc]$^-$ 285[M－H－Glc－CH_3]$^-$
37	32.82	木犀草素 -3'-*O*- 葡萄糖苷	$C_{21}H_{20}O_{11}$	[M－H]$^-$	447.092 0	447.092 7	－1.57	285[M－H－Glc]$^-$ 151[$C_7H_3O_4$]$^-$ 133[$C_8H_5O_2$]$^-$
38	34.99	肉苁蓉苷 C	$C_{30}H_{38}O_{15}$	[M－H]$^-$	637.214 0	637.213 2	1.26	661[M+Na]$^-$ 475[M－H－Glc]$^-$ 179, 161, 135[caffeoyl]$^-$
39	35.05	白杨素 -6,8-*C*- 二糖苷	$C_{27}H_{30}O_{14}$	[M－H]$^-$	577.155 9	577.155 7	0.35	457[M－H－$C_4H_8O_4$]$^-$ 367[M－H－$C_4H_8O_4$－$C_3H_6O_3$]$^-$ 337[M－H－$2C_4H_8O_4$]$^-$
40	36.42	金石蚕苷	$C_{35}H_{46}O_{19}$	[M－H]$^-$	769.255 8	769.255 5	0.39	793[M+Na]$^-$ 607[M－H－caffeoyl]$^-$ 461[M－H－caffeoyl－Rha]$^-$
41	37.54	alyssonoside	$C_{35}H_{46}O_{19}$	[M－H]$^-$	769.255 4	769.255 5	－0.13	771[M+H]$^-$ 161[caffeoyl－H]$^-$
42	38.19	samioside 的同分异构体	$C_{24}H_{28}O_{12}$	[M－H]$^-$	507.149 2	507.150 3	－2.17	593[M－H－Glc]$^-$ 153[phenethanol]$^-$
43	38.52	木犀草素 -4'-*O*- 葡萄糖苷	$C_{21}H_{20}O_{11}$	[M－H]$^-$	447.092 0	447.092 7	－1.57	285[M－H－Glc]$^-$ 151[$C_7H_3O_4$]$^-$ 133[$C_8H_5O_2$]$^-$
44	38.86	3''- 甲氧基 -6-*O*- 咖啡酰 - 梓醇	$C_{25}H_{30}O_{13}$	[M－H]$^-$	537.160 7	537.160 8	－0.19	561[M+Na]$^-$ 179, 161, 135[caffeoyl]$^-$
45	39.39	3'''- 甲氧基 - 毛蕊花糖苷	$C_{30}H_{38}O_{15}$	[M－H]$^-$	637.212 6	637.213 2	－0.94	461[M－H－CH_3O－caffeoyl]$^-$ 315[M－H－CH_3O－caffeoyl－Rha]$^-$ 179, 161, 135[caffeoyl]$^-$
46	39.69	10-*O*- 香豆酰京尼平酸	$C_{25}H_{28}O_{12}$	[M－H]$^-$	519.150 1	519.150 3	－0.39	357[M－H－Glc]$^-$ 195[M－H－Glc－$C_9H_8O_3$]$^-$ 163[$C_9H_8O_3$]$^-$
47	41.00	4- 甲氧基 - 毛蕊花糖苷	$C_{30}H_{38}O_{15}$	[M－H]$^-$	637.212 8	637.213 2	－0.63	461[M－H－CH_3O－caffeoyl]$^-$ 315[M－H－CH_3O－caffeoyl－Rha]$^-$ 179, 161, 135[caffeoyl]$^-$

（续表 2）

峰号	保留时间 /min	化合物名称 [1)]	分子式	加和离子	试验值 (*m/z*)	理论值 (*m/z*)	误差 /×10^{6}	碎片离子
48	42.42	2’- 乙酰基毛蕊花糖苷	$C_{31}H_{38}O_{16}$	[M－H]$^-$	665.207 8	665.208 2	－0.60	503[M－H－caffeoyl]$^-$ 461[M－caffeoyl－CH_3CO]$^-$ 179, 161, 135[caffeoyl]$^-$ 153[phenethanol]$^-$
49	42.82	地黄苷	$C_{31}H_{40}O_{15}$	[M－H]$^-$	651.228 5	651.228 9	－0.61	505 [M－H－Rha]$^-$ 475 [M－H－feruloyl]$^-$ 193 [ferulic acid－H]$^-$ 175 [ferulic acid－H_2O]$^-$
50	43.34	木犀草素	$C_{15}H_{10}O_6$	[M－H]$^-$	285.040 0	285.039 9	0.35	285[M－H]$^-$ 151[$C_7H_3O_4$]$^-$ 133[$C_8H_5O_2$]$^-$
51	43.50	6-*O*- 香豆酰 -8- 表番木鳖酸	$C_{25}H_{30}O_{12}$	[M－H]$^-$	521.165 3	521.165 9	－1.15	545[M+Na]$^-$ 375[M－H－$C_9H_6O_2$]$^-$ 163[$C_9H_8O_3$]$^-$
52	46.44	alboside Ⅰ	$C_{26}H_{32}O_{13}$	[M－H]$^-$	551.176 5	551.176 5	0.00	575[M+Na]$^-$ 551[M－H]$^-$ 405[M－H－Rha]$^-$ 193[ferulic acid－H]$^-$
53	47.51	异地黄苷	$C_{31}H_{40}O_{15}$	[M－H]$^-$	651.228 8	651.228 9	－0.15	651[M－H]$^-$ 505[M－H－Rha]$^-$ 475[M－H－feruloyl]$^-$ 193[ferulic acid－H]$^-$
54	52.52	芹菜素	$C_{15}H_{10}O_5$	[M－H]$^-$	269.045 3	269.045 0	1.12	269[M－H]$^-$ 151[$C_7H_3O_4$]$^-$ 117[C_8H_5O]$^-$
55	54.01	木犀草素 -4'-*O*-（6''-*E*- 咖啡酰）-*β*-D- 吡喃葡萄糖苷	$C_{30}H_{26}O_{14}$	[M－H]$^-$	609.125 0	609.124 4	0.99	611[M+H]$^-$ 285[M－H－caffeoyl－Glc]$^-$ 151[$C_7H_3O_4$]$^-$ 133[$C_8H_5O_2$]$^-$
56	54.52	5,7,4'- 三羟基 -3'- 甲氧基黄酮	$C_{16}H_{12}O_6$	[M－H]$^-$	299.055 8	299.055 6	0.67	301[M+H]$^+$ 285[M－H－CH_3]$^-$
57	55.32	agnucastoside C	$C_{34}H_{36}O_{15}$	[M－H]$^-$	683.198 0	683.197 6	0.59	181[M－H－Caffeoyl－$C_9H_8O_3$]$^-$ 179[caffeoyl]$^-$
58	55.51	鼠李秦素	$C_{17}H_{14}O_7$	[M－H]$^-$	329.067 0	329.066 1	2.74	314[M－H－CH_3]$^-$ 299[M－H－2CH_3]$^-$
59	56.09	5,4'- 二羟基 -3,7,3'- 三甲氧基黄酮	$C_{18}H_{16}O_7$	[M－H]$^-$	343.082 1	343.081 8	0.87	328[M－H－CH_3]$^-$ 313[M－H－2CH_3]$^-$
60	56.50	callicarpaolide	$C_{20}H_{28}O_4$	[M－H]$^-$	331.191 1	331.190 9	0.60	355[M+Na]$^+$ 221[M－H－$C_6H_7O_2$]$^-$
61	58.31	callicarpic acid A	$C_{16}H_{26}O_3$	[M－H]$^-$	265.181 6	265.180 4	4.53	247[M－H－H_2O]$^-$ 219[M－H－C_2H_6O]$^-$

注：[1)]* 表示与对照品比对后确认。

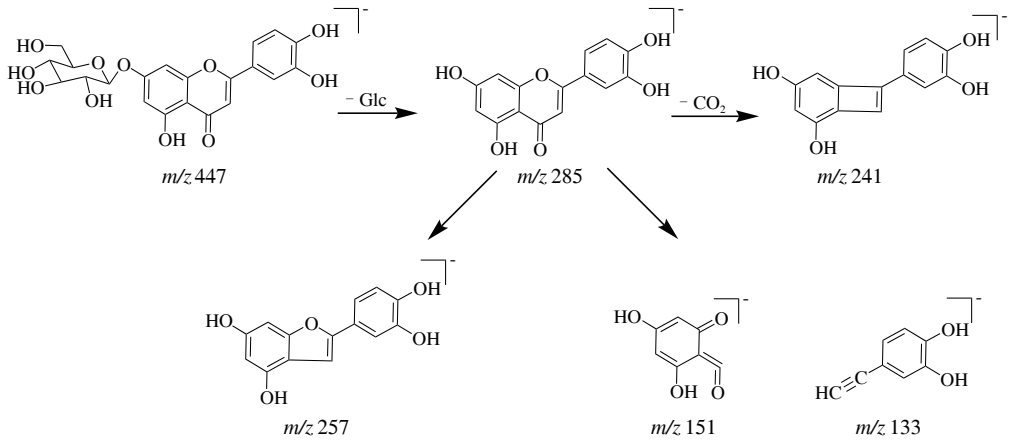


图 5　木犀草苷的裂解途径

Fig.5　Fragmentation Pathways of Luteoloside

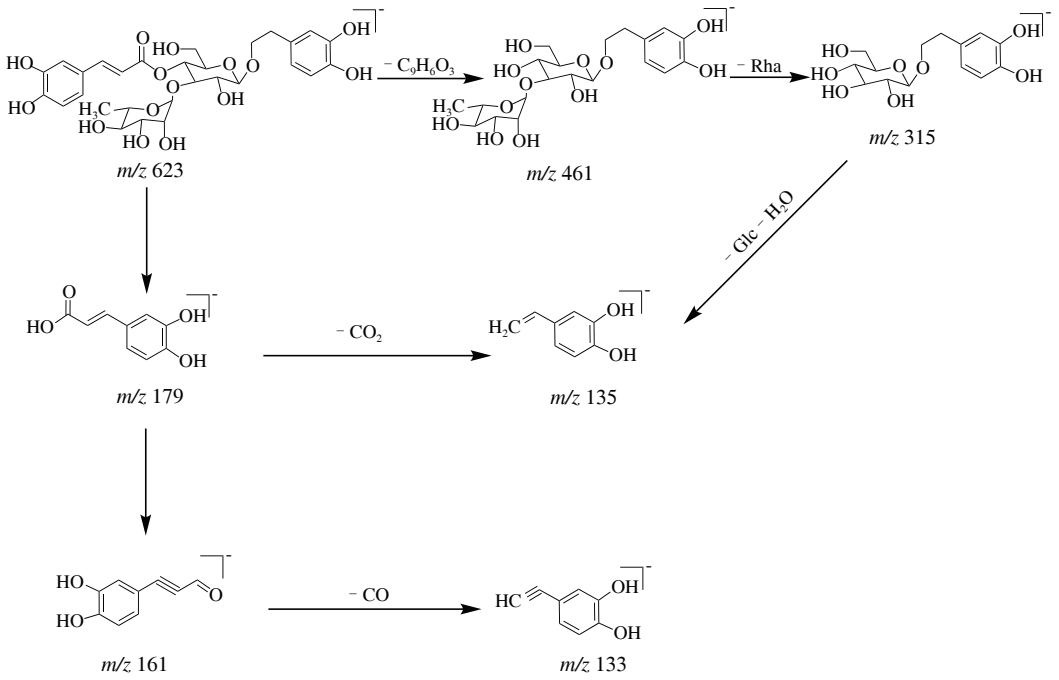


图 6　毛蕊花糖苷的裂解途径

Fig.6　Fragmentation Pathways of Acteoside

梓醇为母核，与咖啡酰基、阿魏酰基以及香豆酰基形成各类衍生物。采用 LC-MS 技术，从裸花紫珠颗粒水提醇沉上清液部分指认出 7 个环烯醚萜（峰号分别为 2、3、9、17、44、46、51）。以峰号 17 化合物（胡黄连苷Ⅲ）为例，该化合物在负离子模式下形成准分子离子峰 *m/z* 537[M－H]⁻，同时可见 *m/z* 337、193、175、160 等特征碎片离子，通过比对相关文献[15]数据，推测该化合物为胡黄连苷Ⅲ，其可能的裂解途径如图 7 所示。

2.4　入血成分分析

将 10 只大鼠随机分为空白组和给药组，每组 5 只。给药组按照等效倍数（人临床剂量 5 倍）换算得给药剂量为 6 g/kg，将裸花紫珠颗粒水提醇沉上清液部分制成混悬液灌胃给药；空白组给予等体积

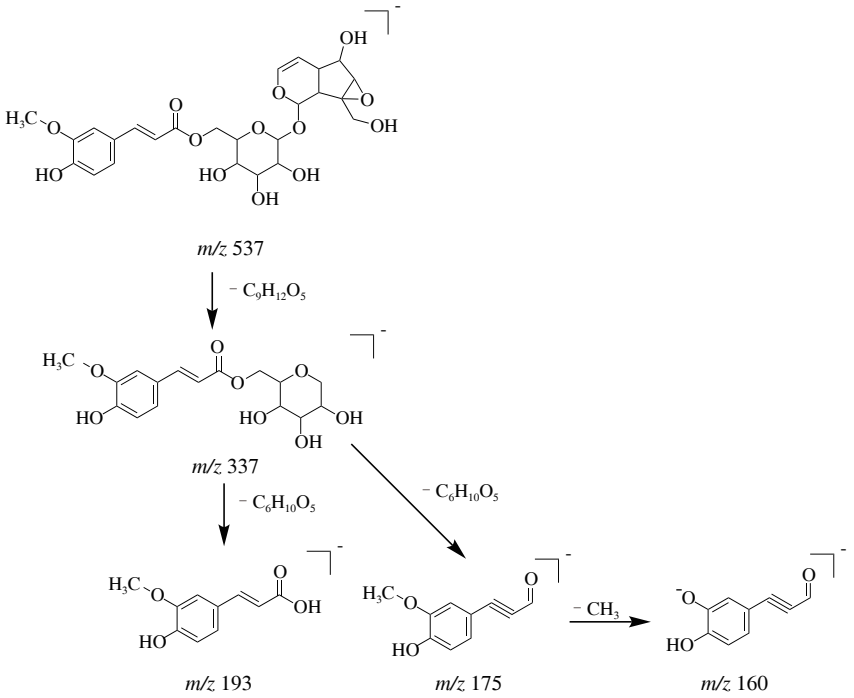


图 7 胡黄连苷Ⅲ的裂解途径

Fig.7 Fragmentation Pathways of Picroside III

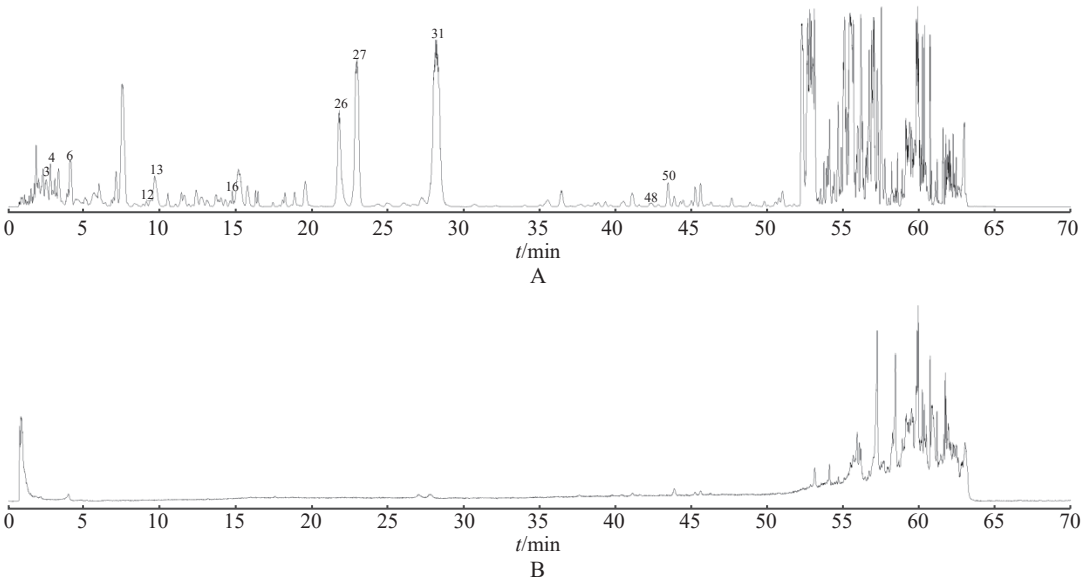
生理盐水。文献[16]报道，裸花紫珠中的主要成分多在 30 min 内达到峰浓度，因此在给药 30 min 后对大鼠进行麻醉，每只大鼠经腹主动脉取血 15 mL，静置 30 min 后于 4 ℃离心 (1 646×*g*) 10 min；取上清液，合并得含药血清，加入 3 倍体积甲醇，于 4 ℃离心 (1 646×*g*) 10 min 除去蛋白，取上清液浓缩至干后加入甲醇 50 μL，超声 30 min 复溶，离心 (26 331×*g*) 后取上清待用。空白组血清同法处理。按**“2.3.1”**项下条件进样分析。负离子模式下，大鼠血清基峰色谱图如图 8 所示。

综合色谱 - 质谱检测信息，包括各信号峰的色谱保留时间、准分子离子峰信号、二级质谱信息，并经过文献对比，对给药 30 min 后大鼠血清样品中的入血原型成分进行表征，共得到 11 个化学成分（表 2），分别为京尼平苷酸、脱咖啡酰基毛蕊花糖苷、原儿茶醛、咖啡酸、肉苁蓉苷 F、阿魏酸、木犀草苷、毛蕊花糖苷、异毛蕊花糖苷、2'- 乙酰基毛蕊花糖苷、木犀草素。

3 讨论

中药制剂化学成分较为复杂，整体疗效需要通过不同类型成分间复杂的网络调控机制实现[17]。因此，要想研究其药效及作用机制，必须先完整且准确地表征这些成分。本研究所用裸花紫珠颗粒中间体，为药材经水提、浓缩等工艺制备且未添加辅料的原料，该提取工艺可充分提取药材中极性较大的黄酮类、苯丙素类、环烯醚萜类等有效成分，有利于提高后续分离和纯化效果及成分表征准确性。目前关于裸花紫珠改善溃疡性结肠炎的研究大部分只关注其对肠道菌群的影响，但吸收入血的化学成分在达到一定血药浓度时同样会产生效用。然而，裸花紫珠中的成分大部分极性大、生物利用度低、达峰时间短，给研究裸花紫珠药材及相关制剂的入血成分研究制造了困难。本课题组前期考察了给药剂量和采血时间，发现按照人临床剂量 5 倍的剂量给药，并在 30 min 时取材，出峰的成分多且响应较高，因此选用。

本研究先评价裸花紫珠颗粒水提醇沉上清液部分对溃疡性结肠炎的药效，发现其能有效改善由 DSS 引起的肠炎症状，包括缓解小鼠结肠长度缩短



3—京尼平苷酸；4—脱咖啡酰基毛蕊花糖苷；6—原儿茶醛；12—咖啡酸；13—肉苁蓉苷 F；16—阿魏酸；26—木犀草苷；27—毛蕊花糖苷；31—异毛蕊花糖苷；48—2'- 乙酰基毛蕊花糖苷；50—木犀草素。

图 8　大鼠含药血清（A）和空白血清（B）基峰色谱图

Fig.8　Base Peak Chromatograms of Drug-containing Serum（A）and Blank Serum（B）in Rats

表 3　裸花紫珠颗粒水提醇沉上清液部分灌胃给予大鼠后入血成分的 UPLC-Q-TOF-MS 推断结果

Tab.3　Tentative Identification of Absorbed Constituents in Rat Plasma following Gavage Administration of the Supernatant Fraction from the Ethanol Precipitation of the Aqueous Extract of *Luohua Zizhu* Granules by UPLC-Q-TOF-MS

峰号	保留时间 /min	化合物名称	加和离子	试验值（*m/z*）	理论值（*m/z*）	误差 /×10^6	碎片离子
3	2.27	京尼平苷酸	[M－H]$^-$	373.114 7	373.115 1	－1.07	373, 211, 167, 149
4	2.83	脱咖啡酰基毛蕊花糖苷	[M－H]$^-$	461.165 5	461.165 9	－0.86	923, 461, 315, 297, 153
6	4.51	原儿茶醛	[M－H]$^-$	137.024 0	137.023 9	0.72	137, 108
12	9.75	咖啡酸	[M－H]$^-$	179.035 0	179.035 1	0.55	179, 135
13	10.07	肉苁蓉苷 F	[M－H]$^-$	487.145 7	487.146 1	－0.82	975, 487, 179, 135
16	14.90	阿魏酸	[M－H]$^-$	193.050 0	193.050 1	0.51	193, 149, 134
26	21.84	木犀草苷	[M－H]$^-$	447.093 1	447.092 7	0.89	665, 503, 461, 179, 161, 135, 153
27	23.01	毛蕊花糖苷	[M－H]$^-$	623.195 9	623.196 1	－0.32	623, 461, 315, 161
31	28.03	异毛蕊花糖苷	[M－H]$^-$	623.196 9	623.196 1	－1.28	623, 461, 315, 161
48	42.43	2'- 乙酰基毛蕊花糖苷	[M－H]$^-$	665.207 9	665.208 2	－0.45	665, 503, 461, 179, 161, 135, 153
50	43.60	木犀草素	[M－H]$^-$	285.040 0	285.039 9	3.50	285, 151, 133

和病理变化程度，同时减少了小鼠血清中炎症因子的表达。然后，运用 UPLC-Q-TOF-MS 技术对其化学成分加以表征，共鉴定出 61 种化合物，其中包含黄酮类、苯丙素类和环烯醚萜类等不同结构类型的成分；同时，本研究还深入剖析并总结了主要成分的质谱裂解规律，为后续相关有效成分的鉴定工作提供了有力的参考依据。在药效物质研究的基础上，进一步考察了水提醇沉上清液部分中可以被吸收入血的成分。结果显示，有 11 种成分以原型入血，分别是京尼平苷酸、脱咖啡酰基毛蕊花糖苷、原儿茶醛、咖啡酸、肉苁蓉苷 F、阿魏酸、木犀草苷、毛蕊花糖苷、异毛蕊花糖苷、2'- 乙酰基毛蕊花糖苷、木犀草素。已有研究表明，毛蕊花糖苷可抑制高迁移率族蛋白 B1 的信号转导，并在血红素氧合酶 1 依赖的方式下缓解 DSS 诱导的溃疡性结肠炎[18]。木犀草素能通过靶向沉默调节蛋白 1 调节内质网应激，同时能通过

抑制 Src 同源区 2 蛋白酪氨酸磷酸酶 -1 介导的信号转导和转录激活因子 3 信号通路来保护肠上皮屏障完整性，从而治疗由 DSS 诱导的溃疡性结肠炎[19-20]。京尼平苷酸能显著减轻结肠小鼠体内炎症性细胞因子 IL-1β 和 TNF-α 的水平，并进一步下调核转录因子 NF-κB 的蛋白表达[21]。基于以上结果推测，这些成分是裸花紫珠颗粒水提醇沉上清液部分通过体内循环发挥抗溃疡性结肠炎作用的关键成分。

综上所述，本研究初步开展了裸花紫珠颗粒水提醇沉上清液部分的药效学评价，通过 UPLC-QTOF-MS 联用技术初步明确了该部分的化学成分及入血成分，为阐述裸花紫珠颗粒的药效物质基础及后续的应用开发提供了依据，也为后续药效机制探索和质量控制标志物筛选奠定了基础。后续将对这 11 种成分的抗肠炎作用开展更深入的确证研究。本研究的局限性在于仅对入血成分进行了探究，并未深入研究这些成分在肠组织的分布情况和肠道菌群的代谢作用，相关内容有待进一步探索。

参考文献：

[1] 中华中医药学会脾胃病分会, 李军祥, 唐旭东, 等. 溃疡性结肠炎中医诊疗专家共识(2023)[J]. 中华中医药杂志, 2024, **39**(1): 288-296.

[2] 吴开春, 梁 洁, 冉志华, 等. 炎症性肠病诊断与治疗的共识意见(2018年·北京)[J]. 中国实用内科杂志, 2018, **38**(9): 796-813.

[3] 王浩冉, 吕胜利. 药物治疗溃疡性结肠炎进展[J]. 内蒙古医学杂志, 2023, **55**(7): 837-839.

[4] 张玉洁, 刘兴山. 溃疡性结肠炎的发病机制及中医药干预进展[J]. 实用中医内科杂志, 2024, **38**(6): 136-138.

[5] 贾雪梅, 郭榆西, 马虹宇, 等. 基于浊毒理论探讨代谢失稳态在溃疡性结肠炎发病中的作用机制[J]. 中国中西医结合消化杂志, 2025, **33**(1): 75-80.

[6] 徐 荣, 吴双双, 黄艳红, 等. 乌梅丸对溃疡性结肠炎大鼠结肠Rho/ROCK信号蛋白表达的影响[J]. 世界临床药物, 2025, **46**(8): 751-756.

[7] 王 浩, 丁佳丽, 孙光军, 等. 中医药干预溃疡性结肠炎相关信号通路的研究进展[J]. 中国实验方剂学杂志, 2026, **32**(7): 331-340.

[8] 黄水兰, 张磊昌, 高强强, 等. 中医药防治溃疡性结肠炎机制研究进展[J]. 辽宁中医杂志, 2024, **51**(7): 206-212.

[9] NONG K, QIN X, LIU Z, *et al*. Potential effects and mechanism of flavonoids extract of *Callicarpa nudiflora* Hook on DSS-induced colitis in mice [J]. *Phytomedicine*, 2024, **128**: 155523.

[10] QIN X, NONG K, LIU Z, *et al*. Regulation of the intestinal flora using polysaccharides from *Callicarpa nudiflora* Hook to alleviate ulcerative colitis and the molecular mechanisms involved [J]. *Int J Biol Macromol*, 2024, **258**(Pt 1): 128887.

[11] COOPER H S, MURTHY S N, SHAH R S, *et al*. Clinicopathologic study of dextran sulfate sodium experimental murine colitis [J]. *Lab Invest*, 1993, **69**(2): 238-249.

[12] 李军茂, 何明珍, 冯育林, 等. 木犀草素及木犀草苷在大鼠体内的代谢研究[J]. 中药新药与临床药理, 2017, **28**(1): 61-68.

[13] 李亚梅, 杨 扬, 杨义芳, 等. 基于UPLC-Q-TOF MS/MS技术的裸花紫珠不同溶剂提取物的成分分析[J]. 中药材, 2020, **43**(11): 2707-2712.

[14] 易 博, 张 旻, 胡引明, 等. 基于UPLC-Q-TOF-MS/MS技术的裸花紫珠不同部位化学成分分析[J]. 中国中药杂志, 2019, **44**(21): 4661-4669.

[15] 徐萌伶, 王云云, 郁 萌, 等. 基于UPLC-Q-TOF-MS/MS的裸花紫珠水提物化学成分分析[J]. 天然产物研究与开发, 2022, **34**(1): 42-49.

[16] 郑东昆. 裸花紫珠质量控制及相关成分药动学研究[D]. 南昌: 南昌大学硕士学位论文, 2016.

[17] 黄业保, 肖 倩, 李红梅, 等. 网络药理学在经典方剂治疗溃疡性结肠炎中的应用研究进展[J]. 世界中医药, 2023, **18**(4): 560-565.

[18] GUO W, WANG X, LIU F, *et al*. Acteoside alleviates dextran sulphate sodiuminduced ulcerative colitis via regulation of the HO_1/$HMGB_1$ signaling pathway [J]. *Mol Med Rep*, 2022, **26**(6): 360.

[19] GUO H X, JI Z H, WANG B B, *et al*. Luteolin modulate endoplasmic reticulum stress by targeting $SIRT_1$ to ameliorate DSS-induced ulcerative colitis in mice [J]. *FASEB J*, 2025, **39**(7): e70529.

[20] LI B L, ZHAO D Y, DU P L, *et al*. Luteolin alleviates ulcerative colitis through SHP-1/STAT3 pathway [J]. *Inflamm Res*, 2021, **70**(6): 705-717.

[21] JIANG P, ZHANG Y, LI X, *et al*. Geniposidic acid attenuates DSS-induced colitis through inhibiting inflammation and regulating gut microbiota [J]. *Phytother Res*, 2023, **37**(8): 3453-3466.