

# 不同基原藏药叶格兴植物化学成分及体外抗炎、抗氧化活性研究

★ 王依蕾<sup>1</sup> 冯艳<sup>1</sup> 李志峰<sup>2</sup> 陈道峰<sup>3</sup> 冯育林<sup>2</sup> 钟国跃<sup>2</sup> (1. 江西中医药大学 南昌 330004; 2. 中药固体制剂制造技术国家工程研究中心 南昌 330006; 3. 复旦大学药学院 上海 200433)

[摘要] 目的: 研究不同基原藏药叶格兴的化学成分以及抗炎、抗氧化活性差异。方法: 采用超高效液相色谱与飞行时间质谱联用技术对菊状千里光等 7 种不同基原叶格兴醇提物进行化学成分分析, 筛选出不同基原叶格兴之间差异化学成分, 同时对不同基原叶格兴抗炎活性及其相应差异化学成分相关性进行研究, 并比较了 7 种基原叶格兴抗氧化活性强弱。结果: 共鉴定出 151 个差异化学成分, 7 种基原叶格兴均具有显著抗炎作用。除柳叶菜风毛菊外, 不同基原藏药叶格兴 70% 醇提物对 DPPH 自由基具有清除作用。结论: 不同基原叶格兴抗炎、抗氧化活性及化学成分也有所差异, 为进一步完善不同基原质量标准提供参考。

[关键词] 藏药叶格兴; 差异化学成分; 抗炎; 抗氧化

中图分类号: R284 文献标志码: A DOI: 10.20140/j.2095-7785.2025.05.16

## Anti-inflammatory, Antioxidant and Chemical Component Research of Different Base-origin Tibetan Medicines Yegexing *in Vitro*

WANG Yilei<sup>1</sup>, FENG Yan<sup>1</sup>, LI Zhifeng<sup>2</sup>, CHEN Daofeng<sup>3</sup>, FENG Yulin<sup>2</sup>, ZHONG Guoyue<sup>2</sup>

1. Jiangxi University of Chinese Medicine, Nanchang 330004, China;

2. National Pharmaceutical Engineering Center for Solid Preparation in Chinese Herbal Medicine, Nanchang 330006, China;

3. School of Pharmacy, Fudan University, Shanghai 200433, China.

[Abstract] **Objective:** To study the differences in chemical component, anti-inflammatory and antioxidant activities of Tibetan Medicines Yegexing. **Methods:** Ultra high performance liquid tandem chromatography quadrupole time of flight mass spectrometry was used to analyze the chemical component of alcohol extracts of Ye Gexing, and select the different chemical components of Yegexing of different origins. Meanwhile, the anti-inflammatory activities of different origins and their different chemical components were studied. And the antioxidant activities of Yegexing was compared. **Results:** A total of 151 different chemical components were identified, Yegexing had significant anti-inflammatory effects. Except for Saussuria salicifolia, the alcohol extracts of Yegexing had scavenging effect on DPPH free radicals. **Conclusion:** There are differences in anti-inflammatory, antioxidant activities and chemical component of different Yegexing, which can provide reference for further improvement of quality standards of different Yegexing.

[Keywords] Tibetan Medicine Yegexing; Differential Chemical Component; Anti-inflammatory; Antioxidant

藏医药产业是我国民族特色产业之一, 是集优秀文化资源、重要生态和经济资源于一体的传统医学产业。独特的生长环境使藏药具有药效高、绿色环保等特点, 而且藏药药用价值与其他海拔区域同种植物比较, 其生物活性成分含量较高。目前, 藏药不仅在传染病、肝胆热病、心血管疾病、炎症等相关疾病方面有所报道<sup>[1-4]</sup>, 在治疗艾滋病等疑难杂症上也有相关临床试验数据<sup>[5]</sup>。由于特殊生长环境、基原混乱等导致了藏药的复杂性, 存在用药

混乱、以假乱真的现象<sup>[6]</sup>。因此, 为了更合理、有效地利用藏药资源, 须弄清藏药品种基原混乱情况、鉴别真伪, 完善药材质量标准。

“ལེ་གེ་མིང་/ 叶格兴”为常用藏药, 《四部医典》中记载其为清热毒、愈创伤之物, 主治伤口发炎、肿胀等, 为五味熊胆丸、七味接骨散等经典和现代藏药处方的主要药物<sup>[7]</sup>。藏药叶格兴的基原、化学成分、药理作用已有研究<sup>[8]</sup>。据文献记载, 叶格兴主要分为白者“叶格兴嘎保”、黑者“叶格兴那保”。

基金项目: 中央引导地方科技发展项目(20221ZDD02007); 国家重点研发计划项目(2019YFC1712302, 2019YFC1712304)。

通信作者: 陈道峰, 博士, 教授, 博士生导师。E-mail: dfchen@shmu.edu.cn。

白者主要包括川西合耳菊、红缨合耳菊、菊状千里光与莱菔叶千里光；黑者主要包括血满草与柳叶菜风毛菊。黑者主要用于愈创，白者主要用于消炎。不同基原的植物使用存在地域差异，而不同文献对叶格兴的白者和黑者的观点也存在较大差异。现代药理研究表明，叶格兴相关基原药材具有抗炎、抗氧化、抗菌作用，所涉及的基原品种中千里光属菊状千里光和接骨木属血满草、接骨草相关研究较多。

本研究基于超高效液相-飞行时间串联质谱仪(UHPLC-Q-TOF/MS)对不同基原藏药叶格兴进行化学成分分析，对差异化学成分进行分析鉴定，比较不同品种之间含量差异化学成分。同时，对不同基原藏药叶格兴抗炎活性、差异化学成分进行分析，以期对藏药叶格兴药效物质基础研究，完善其药材质量标准提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

1.1.1 药材 采集7种不同基原的叶格兴植物(红缨合耳菊、血满草、莱菔叶千里光、川西合耳菊、柳叶菜风毛菊、接骨草、菊叶千里光)各3份，所有样品均经江西中医药大学民族药中心慕泽涇、杜小浪讲师鉴定。植物来源及具体信息见表1。

表1 植物来源

名称	缩略词	产地	批号
红缨合耳菊	HYHEJ	四川省甘孜州泸定县	20200719
		西藏日喀则市亚东县	JXZY21125-1
		西藏日喀则市亚东县	JXZY21125-2
血满草	XMC	四川省雅安市天全县二郎山	20200602
		四川省甘孜州泸定县	20200814
		云南省昆明市呈贡区梁王山	20200602
莱菔叶千里光	LFYQLG	西藏林芝市米林县	20200726
		西藏林芝市林芝县	20200726
		西藏林芝市波密县	20200726
川西合耳菊	CXHEJ	西藏林芝市米林县	20211008
		西藏林芝市波密县	20200806
		西藏林芝市林芝县	20200806
柳叶菜风毛菊	LYCFMJ	四川省甘孜州石渠县	20201112
		云南省昭通市盐津县	20200920
		甘肃省定西市岷县	20211008
接骨草	JGC	云南省昭通市永善县	20200614
		四川省甘孜州泸定县	20200602
		云南省昭通市盐津县	20200602
菊状千里光	JZQLG	云南省大理市剑川县	20211008
		云南省腾冲市明光镇	20200722
		云南省丽江市古城区	20200722

1.1.2 细胞来源 小鼠单核巨噬细胞白血病细胞(RAW264.7细胞)购于中国医学科学院基础医学

研究所。

1.1.3 仪器 Triple TOF 5600 Plus 高分辨质谱仪(America Sciex公司);UHPLC LC-30A 超高压液相色谱仪(Japan Shimadzu公司);MS205DU 十万分之一分析天平、AB104-N 万分之一天平(Mettler Toledo公司);HC-3018R 高速冷冻离心机(安徽中科中佳科学仪器有限公司);LKTC-BL-T 数显电子恒温水浴锅(常州国华电器有限公司);DZ-2BC II 真空干燥箱(巩义市予华仪器有限公司);Heraeus Fresco 17 高速冷冻离心机(Thermo Fisher Scientific公司);CKX4 I 型倒置电子显微镜(Japan Olympus公司);LDZX-30KBS 型立式高压蒸汽灭菌锅(上海申安医疗器械厂);SepetraMax i3 多功能酶标仪(America Molecular Devices公司);MCO-20ACI 型 CO<sub>2</sub> 恒温培养箱(America Thermo公司);MCV-B161S(T) 型超净工作台、KQ-5200DE 型数控超声波清洗器(昆山市超声仪器有限公司)。

1.1.4 试剂 CCK-8 试剂盒(大连美仑生物科技有限公司);DMEM 高糖培养基、磷酸盐缓冲液(PBS)、生物级二甲基亚砜(DMSO)(北京索莱宝科技有限公司);甲醇、乙腈、甲酸(色谱级);脂多糖(LPS)(America Sigma Scientific公司);抗坏血酸(分析级,上海蓝季科技发展有限公司);胎牛血清(FBS, Biological Industries公司);NO 试剂盒(碧云天生物技术有限公司);乙醇(分析级,国药集团试剂股份有限公司);蒸馏水(屈臣氏公司);1,1-二苯基-2-苦基肼自由基(DPPH)(分析级,梯希爱化成工业发展有限公司);2-氯-L-苯丙氨酸(色谱级,上海瀚鸿科技股份有限公司)。

### 1.2 方法

1.2.1 供试品的制备 称取各药材粉末20g,按料液比(1g:10mL),加热回流提取2次,每次1.5h,过滤,合并提取液,浓缩,干燥,得干浸膏,其研磨成细粉,备用。精密称取2-氯-L-苯丙氨酸0.0051g,置于25mL容量瓶中,精密量取25mL70%乙醇溶液,溶解并定容至刻度,混匀后作母液,稀释20倍得到浓度为10.24μg/mL的内标溶液。分别精密称取各浸膏粉末0.05g,置于EP管中,加入上述内标液5mL,超声,离心,取上清液,过滤,即得供试品溶液。质控样品(QC)制备:取各供试品溶液等量混匀后,即得QC溶液。

1.2.2 色谱条件 色谱柱 Waters ACQUITY UPLC BEH C<sub>18</sub> 色谱柱(2.1mm×100mm, 1.7μm);流动相 0.1% 甲酸水(A)-乙腈(B);梯度洗脱:0~2min,2%B;2~7min,2%→10%B;7~12min,10%→13%B;

12~19 min, 13% → 14% B; 19~29 min, 14% → 35% B; 29~41 min, 35% → 95% B; 41~42 min, 95% B; 42~42.1 min, 95% → 2% B; 42.1~45 min, 2% B; 进样量 1 μL; 流速 0.3 mL/min; 柱温 40℃。

1.2.3 质谱条件 质荷比扫描范围为 50~1 250 Da; 电喷雾离子源 (ESI) 参数设置: 正负离子模式中的喷雾电压分别为 5 500V、-4 500V; 雾化温度为 500℃; 雾化气压和辅助气压均为 50 psi; 气帘气压为 25 psi; 去簇电压为 ±100V; 碰撞能量为 ±35 eV, 碰撞能量叠加 (35 ± 15) eV, 数据采集时间为 45 min。

1.2.4 数据处理与分析 利用 MarkerView 1.2 软件处理质谱数据, 采用 SIMCA 14.1 软件进行主成分分析 (PCA), 正交偏最小二乘法-判别分析 (OPLS-DA) 并结合正交信号和偏最小二乘法-判别 (PLS-DA) 对原始数据进行降维及归类处理, 实现样品分类及筛选差异变量。采用 SIMCA 14.1 软件将数据对数 (LOG) 转换以及 UV 处理后自动建模分析, 并通过 7 折交叉检验对模型的有效性进行评判, 同时为了避免模型过拟合, 通过多次 ( $n=200$ ) 置换检验得到的模型  $R_2$  及  $Q_2$  值评判模型的显著性。

基于上述所得相关性较强的化学成分, 对数据进行单变量统计分析  $t$  检验, 筛选  $VIP>1$  且  $P<0.05$  的化合物即为差异化学成分, 通过 HMDB、Mass Bank 数据库对差异化学成分进行鉴定分析。

1.2.5 CCK-8 法细胞毒性试验 当细胞处于对数生长期时, 计数, 按  $1 \times 10^4$  个/孔接种于 96 孔板中, 培养 24 h 后, 弃去培养基, 设定空白组、给药组 (1、0.5、0.25、0.125、0.062 5 mg/mL), 培养 24 h 后, 弃去上清液, 按 100 μL/孔加入 CCK-8: DMEM (1:9) 溶液, 培养 2 h, 酶标仪 450 nm 处测定吸光度 (OD 值)。

1.2.6 Griess 法测定细胞上清中的 NO 含量 将处于对数生长期的细胞进行计数, 按  $12 \times 10^4$  个/孔接种于 24 孔板中培养 24 h, 弃去上清。设空白组、LPS 组、给药组, 各药材醇提物 0.125 mg/mL, 培养 24 h, 依据试剂说明书操作。

1.2.7 体外抗氧化活性实验 依据试剂盒说明书操作, 并按以下分组进行实验, 乙醇空白组 (A0): 200 μL 乙醇; 药物 + 乙醇空白组 (A1): 50 μL 药 + 150 μL 乙醇; 乙醇 + DPPH 组 (A2): 50 μL 乙醇 + 150 μL DPPH; 药物 + DPPH 组 (A3): 50 μL 药 + 150 μL DPPH。

## 2 结果

### 2.1 差异化学成分的筛选

2.1.1 仪器稳定性 实验通过每 4 针样品插入 1 针 QC 样本来评估仪器的稳定性, 所有 QC 样本 TIC 图中色谱峰保留时间及信号强度均有较好重叠, 以此说明实验过程中仪器的稳定性较好, 结果可靠。见图 1。

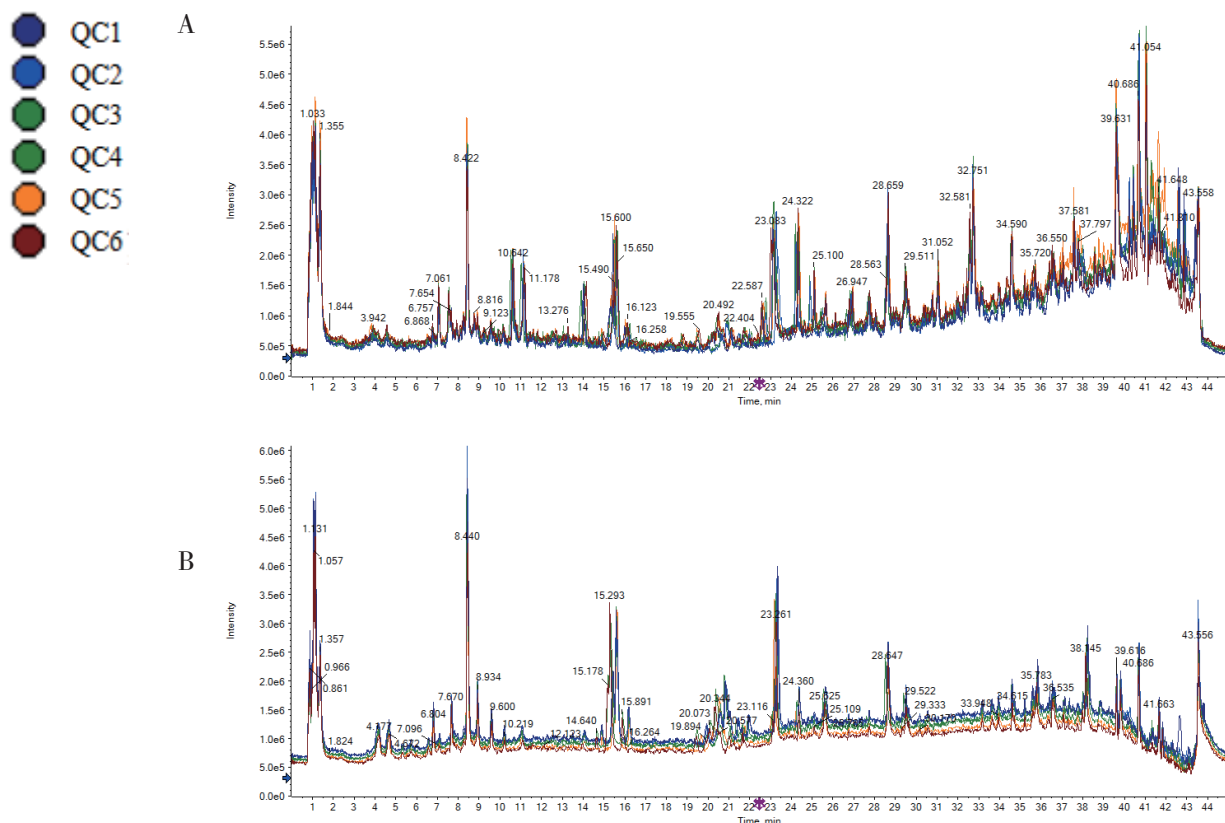


图1 正离子模式 (A) 与负离子模式 (B) TIC图

2.1.2 内标响应情况 通过检测内标响应差异检验仪器稳定情况,结果显示,本次实验QC样品中内标(2-氯-L-苯丙氨酸)响应良好,正负离子模式下RSD值分别为7.46%与8.56%,均小于20%,说明实验仪器稳定性较好。

2.1.3 QC样品的稳定性 主成分分析结果所有QC样本均位于 $\pm 2$  STD之内,说明本次实验数据质量较高。

2.1.4 QC样品的相关性 本次实验中QC样本相关性系数均大于0.9,表明此次实验过程中仪器较稳定,所得数据质量较高。

2.1.5 PCA分析 莱菔叶千里光与菊状千里光之间存在较明显交集现象,与文献结果发现莱菔叶千里光与菊状千里光之间难以区别一致。接骨草与血满草之间存在交集现象,两者同为忍冬科接骨木属植物,在化学成分之间存在一定相似性。柳叶菜风毛菊批次之间聚集程度较低,推测其原因可能为品种

自身生存环境在一定差异。

2.1.6 OPLS-DA分析 对7种不同基原藏药叶格兴进行两两比较,各组模型正负离子模式下 $R_2Y$ 均大于0.9,表示模型有效; $Q_2$ 均大于0.5且部分接近1,表示模型预测能力好;表明OPLS-DA模型能较好地解释各组样本之间的差异,从而筛选差异变量。

2.1.7 OPLS-DA置换检验 为了避免模型过度拟合,同时能更好地评估模型的可信度及统计显著性,对模型进行多次( $n=200$ 次)置换检验,置换检验后得到的 $R_2Y$ 及 $Q_2$ 值均小于原模型的 $R_2Y$ 值及 $Q_2$ 值,且 $Q_2$ 纵截距小于零,OPLS-DA模型不存在过拟合,模型具有较好的稳健性。

2.1.8 差异化学成分分析 通过HMDB、Mass Bank数据库,以及提取分离所得到的对照品对差异化学成分进行分析鉴定,得不同基原藏药叶格兴之间差异化学成分共151个。见表2。

表2 不同基原藏药叶格兴之间差异化学成分分析结果

序号	名称	$m/z$	$R_f/\text{min}$	离子模式	分子式	类别
1	8 $\alpha$ -羟基-1-羰基-艾里莫酚-7(11)-烯-8,12-内酯	263.13	27.72	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>15</sub> H <sub>20</sub> O <sub>4</sub>	萜类
2	8 $\beta$ ,10 $\beta$ -二羟基-艾里莫酚-7(11)-烯-8,12-内酯	265.14	31.47	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>15</sub> H <sub>22</sub> O <sub>4</sub>	萜类
3	10 $\beta$ -羟基艾里莫酚-7(11),8,9-三烯-8,12-内酯	247.13	31.76	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>15</sub> H <sub>20</sub> O <sub>3</sub>	萜类
4	千里光内酯*	167.03	9.76	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>8</sub> H <sub>8</sub> O <sub>4</sub>	萜类
5	桔霉素	249.08	12.12	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>13</sub> H <sub>14</sub> O <sub>5</sub>	萜类
6	泼尼松龙半琥珀酸酯	459.20	41.68	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>25</sub> H <sub>32</sub> O <sub>8</sub>	萜类
7	镰孢菌酸 I	250.14	37.82	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>14</sub> H <sub>21</sub> NO <sub>3</sub>	萜类
8	芍药内酯苷	479.16	16.66	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>23</sub> H <sub>28</sub> O <sub>11</sub>	萜类
9	鸦胆子素 E	411.17	25.77	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>20</sub> H <sub>28</sub> O <sub>9</sub>	萜类
10	芳樟醇-3,6-环氧化物-吡喃葡萄糖苷	463.22	27.27	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>21</sub> H <sub>36</sub> O <sub>11</sub>	萜类
11	3-羟基-5,5,8a-三甲基-3,4,4a,5,6,7,8,8a-八氢萘-2-甲醛 1-{[6-(2E)-3-(3,4-二甲基苯基)丙烯酰-2-烯酰氧甲基	221.15	36.62	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>14</sub> H <sub>22</sub> O <sub>2</sub>	萜类
12	-3,4,5-三羟基环杂环己烷-2-基]-6,7-二羟基-7- 甲基-1H,4aH,5H,6H,7aH-环戊烷并吡喃-4-甲酸	553.16	15.22	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>25</sub> H <sub>30</sub> O <sub>14</sub>	萜类
13	蒿甲醚	311.19	32.82	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>17</sub> H <sub>28</sub> O <sub>5</sub>	萜类
14	甜没药姜黄醇	219.17	33.36	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>15</sub> H <sub>22</sub> O	萜类
15	藏花酸	329.18	37.43	[M+H] <sup>+</sup>	C <sub>20</sub> H <sub>24</sub> O <sub>4</sub>	萜类
16	无水羊毛甾二醇	425.38	40.49	[M+H] <sup>+</sup>	C <sub>30</sub> H <sub>48</sub> O	萜类
17	异鼠李素*	315.05	28.70	[M-H] <sup>-</sup> [M+H] <sup>+</sup>	C <sub>16</sub> H <sub>12</sub> O <sub>7</sub>	黄酮类
18	4'-O-甲基甘草醇 W	349.11	35.11	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>21</sub> H <sub>18</sub> O <sub>5</sub>	黄酮类
19	阿托宁 K	381.10	4.65	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>21</sub> H <sub>18</sub> O <sub>7</sub>	黄酮类
20	香蜂草苷	593.19	24.24	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>28</sub> H <sub>34</sub> O <sub>14</sub>	黄酮类
21	异鼠李素-3-芸香糖苷-7-葡萄糖苷	311.08	8.33	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>14</sub> H <sub>16</sub> O <sub>8</sub>	黄酮类
22	西尔维斯特醇	653.22	24.16	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>34</sub> H <sub>38</sub> O <sub>13</sub>	黄酮类
23	木犀草素-3'-甲醚-7-丙二酰葡萄糖苷	547.11	8.30	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>25</sub> H <sub>24</sub> O <sub>14</sub>	黄酮类
24	壬胺	379.19	35.74	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>20</sub> H <sub>29</sub> NO <sub>6</sub>	生物碱类
25	三聚氰胺三羟甲基	215.09	12.66	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> N <sub>6</sub> O <sub>3</sub>	生物碱类
26	3-(2-甲基过氧乙基)-1H-吡啶	190.09	11.11	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>11</sub> H <sub>13</sub> NO <sub>2</sub>	生物碱类
27	石蒜碱-二乙酸酯	370.13	26.31	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>20</sub> H <sub>21</sub> NO <sub>6</sub>	生物碱类
28	瑞格列净 A	449.23	33.82	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>23</sub> H <sub>34</sub> N <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	生物碱类
29	二硝酸异山梨醇	235.02	4.13	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> N <sub>2</sub> O <sub>8</sub>	生物碱类
30	维沙莫德	409.24	39.46	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>22</sub> H <sub>30</sub> N <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	生物碱类
31	(3R,4R,5S)-4-乙酰氨基-5-[1-(2-甲氧苄基)胍基] -3-(戊-3-甲氧基)环己-1-烯甲酸三氟乙酸盐	445.25	25.20	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>23</sub> H <sub>34</sub> N <sub>4</sub> O <sub>5</sub>	生物碱类
32	吉泊汀	447.22	33.03	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>24</sub> H <sub>28</sub> N <sub>6</sub> O <sub>3</sub>	生物碱类
33	4-硝基二苯胺	213.08	7.90	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>12</sub> H <sub>10</sub> N <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	生物碱类

(续表)

序号	名称	<i>m/z</i>	<i>R<sub>t</sub></i> /min	离子模式	分子式	类别
34	3-羟基-3-甲基戊二酰肉碱	447.24	34.50	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>20</sub> H <sub>36</sub> N <sub>2</sub> O <sub>9</sub>	生物碱类
35	7-氨基-9α-甲氧基二十三烷	333.12	1.42	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>15</sub> H <sub>18</sub> N <sub>4</sub> O <sub>5</sub>	生物碱类
36	3-(硝氧基)-2,2-二[(硝氧基)甲基]丙烷-1-醇	270.02	1.54	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>5</sub> H <sub>9</sub> N <sub>3</sub> O <sub>10</sub>	生物碱类
37	2-[2-[2-2-氨基-3-(4-羟基苯基)丙酰胺基-乙酰胺基-乙酰胺基]-3-(1H-吡啶)丙酰胺基]-4-甲基戊酸	593.27	32.48	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>36</sub> H <sub>38</sub> N <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	生物碱类
38	1-[4-(5-马来酰亚胺基戊基)氨基苄基]乙二胺四乙酸	561.22	12.40	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>26</sub> H <sub>34</sub> N <sub>4</sub> O <sub>10</sub>	生物碱类
39	2-羟基-4-羧基丁酰组氨酸脯氨酸	416.13	23.17	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>16</sub> H <sub>23</sub> N <sub>3</sub> O <sub>10</sub>	生物碱类
40	2-氨基-N-[7-甲氧基-8-(3-吗啉基丙氧基)-2,3-二氢咪唑啉啉林-4-基]嘧啶-5-甲酰胺	479.21	25.90	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>23</sub> H <sub>28</sub> N <sub>8</sub> O <sub>4</sub>	生物碱类
41	{2-[2-2-2-氨基-3-4-羟基苯基-丙酰胺基-乙酰胺基-乙酰胺基]-3-苯基丙酰胺基}乙酸	498.20	10.74	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>24</sub> H <sub>29</sub> N <sub>5</sub> O <sub>7</sub>	生物碱类
42	3-乙基-1-[2-甲氧基-4-[5-甲基-4-(1-(吡啶-3-基)丁基嘧啶-2-基]苯基]脲	433.24	38.07	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>24</sub> H <sub>30</sub> N <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	生物碱类
43	西替比明 A	639.20	24.45	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>35</sub> H <sub>32</sub> N <sub>2</sub> O <sub>10</sub>	生物碱类
44	N1,N5,N10,N14-四-反式-对香豆酰基亚精胺	787.37	29.48	[M+H] <sup>+</sup>	C <sub>46</sub> H <sub>50</sub> N <sub>4</sub> O <sub>8</sub>	生物碱类
45	3-氨基-1H-吡嗪-2-酮	112.05	1.32	[M+H] <sup>+</sup>	C <sub>4</sub> H <sub>5</sub> N <sub>3</sub> O	生物碱类
46	烯丙基异丙乙酰胺	142.12	1.29	[M+H] <sup>+</sup>	C <sub>8</sub> H <sub>15</sub> NO	生物碱类
47	N-(2-羟丙基)甲基丙烯酰胺	144.10	1.10	[M+H] <sup>+</sup>	C <sub>7</sub> H <sub>13</sub> NO <sub>2</sub>	生物碱类
48	4-(3,4-二甲氧基苯基)-N-甲基丁酰胺	238.14	6.32	[M+H] <sup>+</sup>	C <sub>13</sub> H <sub>19</sub> NO <sub>3</sub>	生物碱类
49	吡哆醛	168.07	1.25	[M+H] <sup>+</sup>	C <sub>8</sub> H <sub>9</sub> NO <sub>3</sub>	生物碱类
50	(2,5-二氧化吡咯烷-1-基)-5-(2-羟乙氧基)-4-氧代戊酸酯	274.09	1.37	[M+H] <sup>+</sup>	C <sub>11</sub> H <sub>15</sub> NO <sub>7</sub>	生物碱类
51	泛酸	220.12	5.90	[M+H] <sup>+</sup>	C <sub>6</sub> H <sub>17</sub> NO <sub>5</sub>	生物碱类
52	1-(2,3-二氢-1H-吡咯里嗪-5-基)-1,4-戊二酮	206.12	13.65	[M+H] <sup>+</sup>	C <sub>12</sub> H <sub>15</sub> N <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	生物碱类
53	文多灵	457.23	37.95	[M+H] <sup>+</sup>	C <sub>25</sub> H <sub>32</sub> N <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	生物碱类
54	生物碱 A	336.18	13.16	[M+H] <sup>+</sup>	C <sub>18</sub> H <sub>25</sub> NO <sub>5</sub>	生物碱类
55	4-异丙基-2,7,9-三甲基-6,8,10-三酮-1-氧代-7,9-二氮杂螺癸-2-烯-3-羧酸乙酯	339.16	36.57	[M+H] <sup>+</sup>	C <sub>16</sub> H <sub>22</sub> N <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	生物碱类
56	海兔毒素	286.31	36.43	[M+H] <sup>+</sup>	C <sub>18</sub> H <sub>39</sub> NO	生物碱类
57	己糖基鞘氨醇	478.34	33.86	[M+H] <sup>+</sup>	C <sub>24</sub> H <sub>47</sub> NO <sub>8</sub>	生物碱类
58	5,6,7,8-四氢叶酸	446.18	22.59	[M+H] <sup>+</sup>	C <sub>19</sub> H <sub>23</sub> N <sub>7</sub> O <sub>6</sub>	生物碱类
59	十六酰胺乙醇	300.29	39.40	[M+H] <sup>+</sup>	C <sub>18</sub> H <sub>37</sub> NO <sub>2</sub>	生物碱类
60	脱镁叶绿甲酯酸 A	593.28	41.07	[M+H] <sup>+</sup>	C <sub>35</sub> H <sub>36</sub> N <sub>4</sub> O <sub>5</sub>	生物碱类
61	3-脱氢二氢鞘氨醇	326.31	39.83	[M+H] <sup>+</sup>	C <sub>20</sub> H <sub>39</sub> NO <sub>2</sub>	生物碱类
62	(2R,3S,4S,5R,6R,10R,11S)-2-羟甲基-1-氧杂-8-氮杂螺-十二烷-3,4,5,10,11-五醇	280.14	1.36	[M+H] <sup>+</sup>	C <sub>11</sub> H <sub>21</sub> NO <sub>7</sub>	生物碱类
63	3,4-二羟基苯甲醛*	137.02	4.15	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub>	酚类
64	4-(β-D-葡萄糖基)-3-甲氧基苯甲酸*	329.09	4.59	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>14</sub> H <sub>18</sub> O <sub>9</sub>	酚类
65	3-(2-羟基苯基)丙酸	165.06	7.45	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>9</sub> H <sub>10</sub> O <sub>3</sub>	酚类
66	对羟基苯甲酸*	137.02	7.01	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub>	酚类
67	对羟基苯甲酸	121.03	8.59	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	酚类
68	5-甲基间苯二酚	123.05	4.14	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	酚类
69	4-羟基-3-甲氧基苯基丙酮酸	209.05	7.91	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>10</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub>	酚类
70	2,5-二羟基苯乙酸	167.03	9.78	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>8</sub> H <sub>8</sub> O <sub>4</sub>	酚类
71	双(2-羟基乙基)对苯二甲酸酯	253.07	9.02	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>12</sub> H <sub>14</sub> O <sub>6</sub>	酚类
72	反式-β-阿魏醇-4-O-[6-(2-甲基-3-羟基丙酰基)]吡喃葡萄糖苷	427.16	26.56	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>20</sub> H <sub>28</sub> O <sub>10</sub>	酚类
73	反式-异丁香酚-O-葡萄糖醛酸苷	339.11	10.16	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>16</sub> H <sub>20</sub> O <sub>8</sub>	酚类
74	2-[6-(2-羧基乙烯基)-2,3-二羟基苯基]-3-(3,4-二羟基苯基)丙烯酸	357.06	4.14	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>18</sub> H <sub>14</sub> O <sub>8</sub>	酚类
75	2-(3,4-二羟基苯甲酰氧基)-4,6-二羟基苯甲酸酯	305.03	4.36	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>14</sub> H <sub>18</sub> O <sub>8</sub>	酚类
76	6-(2-羧乙基)-7-羟基-2,2-二甲基-4-色满酮葡萄糖苷	425.15	22.76	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>20</sub> H <sub>26</sub> O <sub>10</sub>	酚类
77	7-β-D-葡萄糖吡喃糖基氧基丁烯基苯并二氢吡喃酮	365.12	4.64	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>18</sub> H <sub>22</sub> O <sub>8</sub>	酚类
78	3-(2-甲基丙酰氧基)-8-(2-甲基丁酰氧基)-9,10-环氧-对孟烯-1,3,5-三烯	333.17	32.80	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>19</sub> H <sub>26</sub> O <sub>5</sub>	酚类
79	火龙果苷 A	413.15	11.92	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>19</sub> H <sub>26</sub> O <sub>10</sub>	酚类
80	2-萘酚	145.07	14.01	[M+H] <sup>+</sup>	C <sub>10</sub> H <sub>8</sub> O	酚类
81	苯氧基乙酸	153.05	10.69	[M+H] <sup>+</sup>	C <sub>8</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>	酚类
82	6-乙基-3-羟基-2-甲基-4-吡喃酮	155.07	4.58	[M+H] <sup>+</sup>	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> O <sub>3</sub>	酚类

(续表)

序号	名称	<i>m/z</i>	<i>R<sub>t</sub></i> /min	离子模式	分子式	类别
83	苯甲酸 <sup>*</sup>	123.04	4.07	[M-H] <sup>-</sup> / [M+H] <sup>+</sup>	C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	酚类
84	(S)-3-(2-甲氧基)丙烷-1,2-二醇	183.10	10.73	[M+H] <sup>+</sup>	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub> O <sub>3</sub>	酚类
85	苯氧乙醇	139.08	4.54	[M+H] <sup>+</sup>	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>	酚类
86	脱氢姜酮	193.09	12.22	[M+H] <sup>+</sup>	C <sub>11</sub> H <sub>12</sub> O <sub>3</sub>	酚类
87	尿黑酸	169.05	3.25	[M+H] <sup>+</sup>	C <sub>8</sub> H <sub>8</sub> O <sub>4</sub>	酚类
88	2-(环己-1-烯-1-基)-2-(4-甲氧基苯基)乙酸	247.13	29.13	[M+H] <sup>+</sup>	C <sub>15</sub> H <sub>18</sub> O <sub>3</sub>	酚类
89	6-羟基褪黑素葡萄糖醛酸苷	425.16	10.18	[M+H] <sup>+</sup>	C <sub>19</sub> H <sub>24</sub> N <sub>2</sub> O <sub>9</sub>	酚类
90	水杨酰胺葡萄糖醛酸苷	314.09	1.38	[M+H] <sup>+</sup>	C <sub>13</sub> H <sub>15</sub> NO <sub>8</sub>	酚类
91	4-(3,4-二羟基苯基)-2-羟基-1H-吡啶-1-酮	305.08	1.27	[M+H] <sup>+</sup>	C <sub>19</sub> H <sub>12</sub> O <sub>4</sub>	酚类
92	甘油 1-丙酸酯二乙酸酯	231.09	9.05	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O <sub>6</sub>	脂肪酸类
93	13-羟基十八碳三烯酸	293.21	35.74	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>18</sub> H <sub>30</sub> O <sub>3</sub>	脂肪酸类
94	FA 18:4+20	307.19	32.26	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>18</sub> H <sub>28</sub> O <sub>4</sub>	脂肪酸类
95	9-氧代十六烷酸	269.21	39.03	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>16</sub> H <sub>30</sub> O <sub>3</sub>	脂肪酸类
96	1,2-环己烷二甲酸	171.07	4.64	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>8</sub> H <sub>12</sub> O <sub>4</sub>	脂肪酸类
97	9-氢过氧基十八碳二烯酸	311.22	34.68	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>18</sub> H <sub>32</sub> O <sub>4</sub>	脂肪酸类
98	FA 18:2+30	327.22	29.33	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>18</sub> H <sub>32</sub> O <sub>5</sub>	脂肪酸类
99	8,9-二羟基二十碳三烯酸	337.24	35.06	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>20</sub> H <sub>34</sub> O <sub>4</sub>	脂肪酸类
100	丁二酸	227.13	29.78	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>12</sub> H <sub>20</sub> O <sub>4</sub>	脂肪酸类
101	3,4-亚甲基癸二酸	225.11	26.57	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>12</sub> H <sub>18</sub> O <sub>4</sub>	脂肪酸类
102	十四烷基乙酸	255.23	41.67	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>	脂肪酸类
103	三羟基硬脂酸	331.25	30.06	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>18</sub> H <sub>36</sub> O <sub>3</sub>	脂肪酸类
104	亚麻酸	277.22	39.65	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>18</sub> H <sub>30</sub> O <sub>2</sub>	脂肪酸类
105	十二酰胺	200.20	33.45	[M+H] <sup>+</sup>	C <sub>12</sub> H <sub>25</sub> NO	脂肪酸类
106	3,4-二甲基-5-戊基-2-咪喃十五烷酸	407.32	42.90	[M+H] <sup>+</sup>	C <sub>25</sub> H <sub>42</sub> O <sub>4</sub>	脂肪酸类
107	9-十八碳烯酰胺	282.28	40.45	[M+H] <sup>+</sup>	C <sub>18</sub> H <sub>35</sub> NO	脂肪酸类
108	杉皮酸	255.23	40.27	[M+H] <sup>+</sup>	C <sub>16</sub> H <sub>30</sub> O <sub>2</sub>	脂肪酸类
109	亚油酸	281.25	40.69	[M-H] <sup>-</sup> / [M+H] <sup>+</sup>	C <sub>18</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>	脂肪酸类
110	5-庚基-3,4-二甲基-2-咪喃庚酸	323.26	40.11	[M+H] <sup>+</sup>	C <sub>20</sub> H <sub>34</sub> O <sub>3</sub>	脂肪酸类
111	(5 <i>S</i> ,6 <i>E</i> ,8 <i>E</i> ,10 <i>E</i> ,12 <i>E</i> ,14 <i>S</i> ,15 <i>R</i> )-5,14,15-三羟基二十碳-6,8,10,12-四烯酸	353.23	30.59	[M+H] <sup>+</sup>	C <sub>20</sub> H <sub>32</sub> O <sub>5</sub>	脂肪酸类
112	1-羧乙基酪氨酸	252.09	5.54	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>12</sub> H <sub>15</sub> NO <sub>5</sub>	氨基酸类
113	酪氨酸甲酯	194.08	34.26	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>10</sub> H <sub>13</sub> NO <sub>3</sub>	氨基酸类
114	焦谷氨酸-脯氨酸-精氨酸-4-硝基苯胺	501.23	38.08	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>22</sub> H <sub>30</sub> N <sub>8</sub> O <sub>6</sub>	氨基酸类
115	N-油酰多巴胺	418.33	36.27	[M+H] <sup>+</sup>	C <sub>26</sub> H <sub>43</sub> NO <sub>3</sub>	氨基酸类
116	(-)-赤式-茴香脑二醇-1-葡萄糖苷	343.14	4.64	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>16</sub> H <sub>24</sub> O <sub>8</sub>	苯丙素类
117	2-羟基-3-(6-羟基-2-亚氨基-3,7-二氢-2H-嘌呤)丙咪酸酯	237.07	12.66	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> N <sub>6</sub> O <sub>3</sub>	苯丙素类
118	异麦角甾苷	623.20	24.99	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>29</sub> H <sub>36</sub> O <sub>15</sub>	苯丙素类
119	4-甲基香豆素	161.06	12.23	[M+H] <sup>+</sup>	C <sub>10</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	苯丙素类
120	地榆苷	203.14	27.58	[M+H] <sup>+</sup>	C <sub>14</sub> H <sub>18</sub> O	苯丙素类
121	N1,N5,N10-三-反式-对香豆酰基亚精胺	641.33	29.53	[M+H] <sup>+</sup>	C <sub>37</sub> H <sub>44</sub> N <sub>4</sub> O <sub>6</sub>	苯丙素类
122	尿苷 <sup>*</sup>	243.06	1.48	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>9</sub> H <sub>12</sub> N <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	核苷类
123	8-氮杂鸟嘌呤	151.04	8.54	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>4</sub> H <sub>4</sub> N <sub>6</sub> O	核苷类
124	D-葡萄糖酸	195.05	0.98	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>7</sub>	糖苷类
125	阿拉伯吡喃二糖	281.09	1.28	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O <sub>9</sub>	糖苷类
126	(2 <i>S</i> ,3 <i>S</i> ,4 <i>S</i> ,5 <i>R</i> ,6 <i>R</i> )-3,4,5-三羟基-6-[2-羟基-2-(4-羟基-3-甲氧基苯基)乙氧基]氧杂环己烷-2-羧酸	359.10	6.81	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>15</sub> H <sub>20</sub> O <sub>10</sub>	糖苷类
127	莫鲁啉-2''-鼠李糖苷	561.16	24.61	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>27</sub> H <sub>30</sub> O <sub>13</sub>	糖苷类
128	乙氧基葡萄糖醛酸苷	763.22	23.76	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>34</sub> H <sub>40</sub> N <sub>2</sub> O <sub>18</sub>	糖苷类
129	1,5-二羟基苯基-β-D-葡萄糖苷	287.08	6.23	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>12</sub> H <sub>16</sub> O <sub>8</sub>	糖苷类
130	柠檬酸 <sup>*</sup>	191.02	1.38	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>7</sub>	其他类
131	奎宁酸 <sup>*</sup>	191.06	1.06	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>7</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>	其他类
132	苯甲醛	105.04	4.15	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> O	其他类
133	对苯醌	108.02	7.90	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	其他类
134	2-羟基-4-甲基戊酸	131.07	9.47	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>3</sub>	其他类
135	对乙酰氨基酚	150.06	6.02	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>8</sub> H <sub>9</sub> NO <sub>2</sub>	其他类
136	猴头菌吡喃酮 C	185.05	1.40	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub>	其他类
137	4-甲基-4-羟基-5-己烯酸-γ-内酯	125.06	4.36	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>7</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>	其他类
138	氧化苯乙烯	119.05	11.30	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>8</sub> H <sub>8</sub> O	其他类
139	丁二酸	117.02	1.02	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>4</sub>	其他类
140	四氢-2,5-咪喃二乙酸	187.06	2.67	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>8</sub> H <sub>12</sub> O <sub>5</sub>	其他类

(续表)

序号	名称	m/z	R <sub>t</sub> /min	离子模式	分子式	类别
141	谷氨酰丙酮酸	216.04	9.46	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>8</sub> H <sub>11</sub> NO <sub>6</sub>	其他类
142	青霉素酸	169.05	4.37	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> O <sub>4</sub>	其他类
143	3,4-亚甲基二酸	211.10	24.29	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>11</sub> H <sub>16</sub> O <sub>4</sub>	其他类
144	抗倒酯	251.09	11.14	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>13</sub> H <sub>16</sub> O <sub>5</sub>	其他类
145	(2S)-2-羟基-3-[(13-甲基十四酰)氧]丙基(9E,11E,15E)-13-羟基十八碳-9,11,15-三烯酸	591.47	42.79	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>36</sub> H <sub>64</sub> O <sub>6</sub>	其他类
146	苯甲酰苹果酸	237.04	4.36	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>11</sub> H <sub>10</sub> O <sub>6</sub>	其他类
147	4-(十一烷基-5-基)苯磺酸	311.17	37.37	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>17</sub> H <sub>28</sub> O <sub>3</sub> S	其他类
148	(Z)-3-(1-甲酰基-1-丙烯基)戊二酸	199.06	9.46	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>9</sub> H <sub>12</sub> O <sub>5</sub>	其他类
149	6-羟基-5-甲基-4,11-二氧十一烷酸	243.12	22.94	[M-H] <sup>-</sup>	C <sub>12</sub> H <sub>20</sub> O <sub>5</sub>	其他类
150	(2Z,4Z,8E)-6,7-二羟基癸-2,4,8-三烯酸	199.10	12.66	[M+H] <sup>+</sup>	C <sub>10</sub> H <sub>14</sub> O <sub>4</sub>	其他类
151	1-(4a-甲基-8-亚甲基-十氢萘-2-基)-2-甲基丙烷-2-醇	237.22	40.27	[M+H] <sup>+</sup>	C <sub>16</sub> H <sub>28</sub> O	其他类

注：\*表示与对照离子碎片对比确认。

## 2.2 不同基原的特征性化合物

大部分差异成分在千里光属基原植物中含量高,其中脂肪酸类1,2-环己二羧酸、黄酮类异鼠李素、酚类2-(6-(2-羧基乙烯基))-2,3-二羟基苯基)-3-(3,4-二羟基苯基)丙烯酸在千里光属基原中含量明显高于其他几种基原。酚类亚麻酸、(2S,3S,4S,5R,6R)-3,4,5-三羟基-6-[2-羟基-2-(4-羟基-3-甲氧基苯基)乙氧基]氧烷-2-羧酸仅在红缨合耳菊中含量较高。萜类8β,10β-二羟基-艾里莫芬-7(11)-烯-8,12-内酯仅在川西合耳菊中含量较高。生物碱类海兔毒素,氨基酸类焦谷氨酸-脯氨酰-精氨酰-4-硝基苯胺在接骨木属中含量较高,泼尼松龙半琥珀酸酯、对羟基苯甲酸仅在接骨草中含量较高。萜类桔霉素、甜没药姜黄醇,脂肪酸类9-酮十六酸,生物碱类壬胺、2-{2-[2-2-氨基-3-4-羟基苯基-丙酰胺基-乙酰胺基-乙酰胺基]-3-(1H-吡啶-3-基)丙酰胺基}-4-甲基戊酸化合物在风毛菊属柳叶菜风毛菊中含量较高。化合物生物碱A、双(2-羟基乙基)对苯二甲酸酯、M1,N5,N10,N14-四-反式-

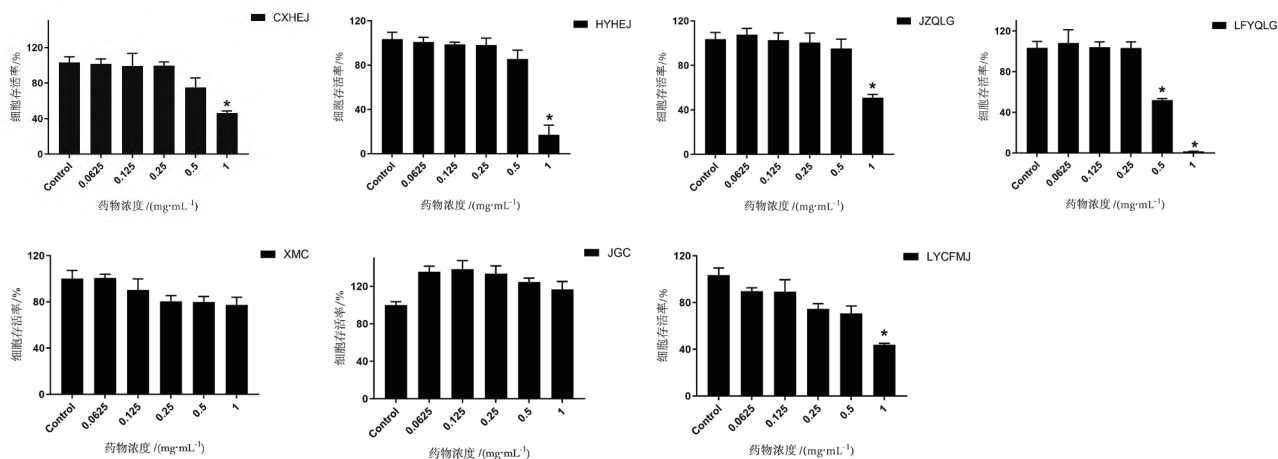
对香豆酰基亚精胺、烯丙基异丙乙酰胺、2-萘酚、4-甲基香豆素、氨甲环酸、脱氢姜酮、4-异丙基-2,7,9-三甲基6,8,10-三酮-1-氧代-7,9-二氮杂螺癸-2-烯-3-羧酸乙酯在千里光属及合耳菊属中含量均较高,可对文献记载中将这两属所涉及的基原归为叶格兴白者(叶格兴嘎保)提供一定的分类依据。而脂肪酸类化合物对归为叶格兴黑者(叶格兴那保)的风毛菊属及接骨木属中有一定的分类意义。

## 2.3 不同基原藏药叶格兴不同给药浓度细胞毒性

与Control比较,川西合耳菊、红缨合耳菊、菊状千里光、柳叶菜风毛菊在给药浓度为1 mg/mL时,对细胞有显著毒性作用。莱菔叶千里光在给药浓度为0.5 mg/mL时,对细胞已有明显毒性,血满草和接骨草在给药浓度范围内对细胞无毒,且接骨草在一定程度上对细胞有促增殖作用。见图2。

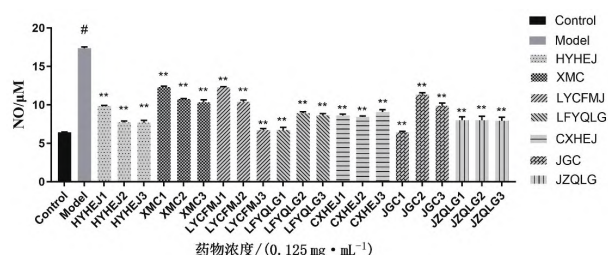
## 2.4 不同基原藏药叶格兴对细胞NO释放影响

7种基原均对细胞NO的产生具有明显抑制作用,表明均具有显著抗炎作用。但由于不同产地,生长环境等因素的影响,不同基原不同批次的叶格兴抗炎活性有所差异。见图3。



注:与Control组比较,\*P<0.05。

图2 不同基原藏药叶格兴不同给药浓度对细胞存活率的影响( $\bar{x} \pm s, n=6$ )



注：与Control组比较，#*P*<0.01；与Model组比较，\*\**P*<0.01。

图3 不同基原藏药叶格兴对细胞NO释放量的影响

( $\bar{x} \pm s, n=3$ )

## 2.5 不同基原藏药叶格兴抗炎结果及其差异化学成分结果相关性分析

杨敏杰等<sup>[9]</sup>通过探讨藏红花素对溃疡性结肠炎大鼠保护作用及作用机制，发现藏红花素可能通过下调 Toll 样受体 4/MyD88 信号通路对其产生保护作用。多项研究表明，琥珀酸在 M1 型巨噬细胞中的积累途径及在炎症信号传递过程中发挥着重要作用<sup>[10]</sup>。天麻内成分对羟基苯甲醛对小鼠肉芽肿模型抗炎作用及机制探讨中发现，对羟基苯甲醛对急性炎症、慢性增殖均有明显抑制作用，其通过抑制花生四烯酸代谢途径实现<sup>[11]</sup>。苯甲酸作为小叶榕叶抗炎有效部位中的主要成分之一，通过对炎症相关指标 NO 及 TNF- $\alpha$  因子的测定得知其具有显著抑制作用<sup>[12]</sup>。亚油酸能显著抑制小鼠耳廓肿胀，相关炎症因子在一定程度上均有降低<sup>[13]</sup>。异鼠李素作为黄酮类化合物，在中枢神经系统、呼吸系统、消化系统、循环系统中均具有抗炎作用相关报道<sup>[14]</sup>。柠檬酸与植物精油协同作用，通过下调促炎细胞因子表达，可缓解机体炎症<sup>[15]</sup>；紫苏籽中含有大量亚麻酸，其可通过参与免疫器官发育过程，从而起到增强机体抗炎能力<sup>[16]</sup>。研究表明，芍药内酯苷一类成分具有抗炎、镇痛等作用<sup>[17]</sup>。以上研究表明某些差异化学成分可能是不同基原抗炎活性的物质基础。见表 3。

表3 不同基原藏药叶格兴与抗炎活性药理学相关物质

基原	化学成分	Pearson 相关性
柳叶菜	反式 -p- 阿魏醇 -4-O-[6-(2- 甲基 -3- 羟基丙酰基)] 吡喃葡萄糖苷	-1.000
风毛菊	芳樟醇 -3,6- 环氧化物 - 吡喃葡萄糖苷	-0.999
	焦谷氨酸 - 脯氨酸 - 精氨酸 -4- 硝基苯胺	-1.000
	8 $\beta$ ,10 $\beta$ - 二羟基艾里莫酚 -7(11)- 烯 -8,12- 内酯	0.998
	香风草甙	-1.000
	4-(3,4- 二甲氧基苯基)-N- 甲基丁酰胺	-0.999
	3- 脱氢二氢鞘氨醇	-1.000
	无水羊毛甾二醇	-0.98
	己糖基鞘氨醇	0.933

(续表)

基原	化学成分	Pearson 相关性	
接骨草	柠檬酸	1.000	
	桔霉素	-1.000	
	9- 氢过氧基十八碳二烯酸	-0.962	
	异鼠李素	0.999	
	维沙莫德	-0.999	
	9- 十八碳烯酰胺	-0.948	
	海兔毒素	-0.919	
	4-(3,4- 二羟基苯基)-2- 羟基 -1H- 菲啶 -1- 酮	-0.962	
	4-(3,4- 二羟基苯基)-2- 羟基 -1H- 菲啶 -1- 酮	0.987	
	苯甲酸	-0.954	
莱菔叶	4-(3,4- 二甲氧基苯基)-N- 甲基丁酰胺	-0.965	
	(2,5- 二氧代吡咯烷 -1- 基)-5-(2- 羟乙氧基)-4- 氧代戊酸酯	-0.939	
	(2R,3S,4S,5R,6R,10R,11S)-2- 羟甲基 -1- 氧杂 -8- 氮杂螺 [5.6]- 十二烷 -3,4,5,10,11- 五醇	0.999	
	十六酰胺乙醇	0.987	
	异鼠李素	-0.934	
	5,6,7,8- 四氢叶酸	0.998	
	血满草	青霉素酸	-0.997
		10 $\beta$ - 羟基艾里莫酚 -7(11),8,9- 三烯 -8,12- 内酯	-0.999
		氮甲环酸	0.978
		(S)-3-(2- 甲苯氧基) 丙烷 -1,2- 二醇	-0.997
1-(2,3- 二氢 -1H- 吡咯里嗪 -5- 基)-1,4- 戊二酮		-0.999	
1-(4a- 甲基 -8- 亚甲基 -10 氮杂 -2- 基)-2- 甲基丙烷 -2- 醇		-0.999	
双 (2- 羟基乙基) 对苯二甲酸酯		0.983	
菊状千里光		3,4- 亚甲基二酸	-0.999
		亚麻酸	0.999
		13- 羟基十八碳三烯酸	0.999
	反式 - 异丁香酚 -O- 葡萄糖醛酸苷	-0.997	
	2- 氨基 -N-[7- 甲氧基 -8-(3- 吗啉基丙氧基)-2,3- 二氢咪唑 (1,2-c) 啉啉林 -4- 基] 嘧啶 -5- 甲酰胺	-1.000	
	citbismine A	-1.000	
	2,5- 二羟基苯乙酸	-1.000	
	川西合耳菊	尿苷	0.998
		奎宁酸	1.000
		2-(3,4- 二羟基苯甲酰氧基)-4,6- 二羟基苯甲酸酯	0.999
silvestrol		0.998	
5- 庚基 -3,4- 二甲基 -2- 呋喃庚酸		-0.997	
红缨合耳菊		环氧化苯乙烯	0.999
		苯甲酸	-0.999
		2- 羟基 -4- 甲基戊酸	0.999
		对乙酰氨基酚	1.000
		1,2- 环己烷二甲酸	0.991
	(Z)-3-(1- 甲酰基 -1- 丙烯基) 戊二酸	1.000	
	蒿乙醚	1.000	
	9- 氢过氧基十八碳二烯酸	0.984	
	反式 -p- 阿魏醇 -4-O-[6-(2- 甲基 -3- 羟基丙酰基)] 吡喃葡萄糖苷	1.000	
	芳樟醇 -3,6- 环氧化物 - 吡喃葡萄糖苷	-1.000	
焦谷氨酸 - 脯氨酸 - 精氨酸 -4- 硝基苯胺	-0.999		
木犀草素 -3- 甲醚 -7- 丙二酰葡萄糖苷	-0.997		
(2S)-2- 羟基 -3-[(13- 甲基十四酰) 氧] 丙基 (9E,11E,15E)-13- 羟基十八碳 -9,11,15- 三烯酸	1.000		
(2Z,4Z,8E)-6,7- 二羟基癸 2,4,8- 三烯酸	1.000		
月桂酰胺	-0.949		
白藜醚	0.999		
泛酸	0.993		
杉皮酸	0.999		
异鼠李素	0.986		

● 中药研究 ●

## 2.6 不同基原藏药叶格兴体外抗氧化活性

除柳叶菜风毛菊外,不同基原藏药叶格兴醇提取物对 DPPH 自由基在一定程度上具有清除作用,且清除率呈一定的量效关系。柳叶菜风毛菊在同样的浓度范围内,其对 DPPH 自由基清除效果较差,表明其抗氧化能力较弱。各组 IC<sub>50</sub> 值大小依次为红缨合耳菊 > 接骨草 > 血满草 > 菊状千里光 > 川西合耳菊 > 莱菔叶千里光 > 抗坏血酸。见图 4。

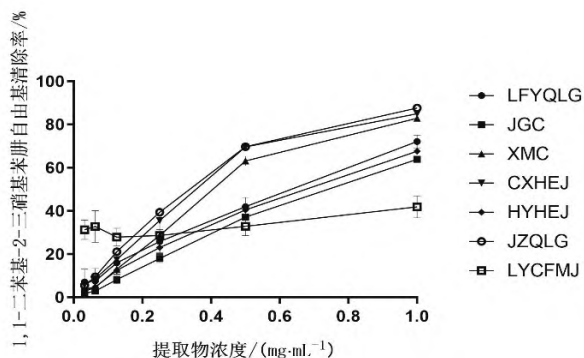


图4 不同基原藏药叶格兴醇提取物对DPPH自由基清除 ( $\bar{x} \pm s, n=3$ )

## 3 讨论

对菊状千里光、莱菔叶千里光、红缨合耳菊、川西合耳菊、柳叶菜风毛菊、血满草、接骨草 7 种不同基原藏药叶格兴醇提取物进行差异化学成分分析,筛选出不同基原之间共 151 个差异化学成分,发现其中主要含有萜类、黄酮类、生物碱类、酚类、脂肪酸类等化学成分。通过对差异化学成分的分析,以含量高低为指标,找到部分化合物作为不同基原之间的分类依据。不同基原化学成分含量存在差异意味着其活性也可能存在差异,故基于藏药叶格兴传统功效,对不同基原抗炎活性及其相应差异化学成分相关性进行了研究。

不同基原藏药叶格兴醇提取物在抗炎活性研究中均具有显著降低 RAW264.7 细胞释放 NO 量的作用,表明其均有较好的抗炎作用,但不同基原之间抗炎作用有一定差异。其中藏药叶格兴基原植物中归为白者的千里光属植物菊状千里光、莱菔叶千里光以及合耳菊属植物红缨合耳菊、川西合耳菊这几种基原抗炎活性较归为黑者的接骨木属血满草、风毛菊属柳叶菜风毛菊更好,而接骨木属接骨草作为血满草的替代品抗炎效果与血满草有一定的差异,进一步说明将接骨草作为叶格兴黑者用药不合理。

不同基原藏药叶格兴醇提取物在抗氧化活性研究中发现除柳叶风毛菊外,其余基原均具有一定抗氧化作用。根据已报道的红缨合耳菊在抗氧化作用方面已用于美白功效的应用来说,其余各基原

在一定浓度范围内 IC<sub>50</sub> 值比红缨合耳菊更小,而 IC<sub>50</sub> 值越小,表明其抗氧能力越强,表明除柳叶菜风毛菊以外的基原均可在抗氧化方面有一定功效,有助于抗氧化药物的研发<sup>[18]</sup>。

研究发现,藏药叶格兴黑者(叶格兴那保)中的接骨木属血满草与同作为黑者的风毛菊属柳叶菜风毛菊之间抗炎活性接近,但化学成分整体上存在较大差异,其原因可能在于活性物质不同。接骨草虽具有一定的抗炎活性,在化学成分上其与同属植物血满草之间也存在较大差异。同时,在对文献查阅中,接骨草也未纳入叶格兴,故其不可作为血满草替代品入药,也不应归为藏药叶格兴黑者一类。

## 参考文献

- [1] 史志龙,卢永强,沈铭清,等.基于数据挖掘的藏药防治新发急性呼吸道感染病组方规律探讨[J].世界科学技术-中医药现代化,2022,24(12):4842-4848.
- [2] 刘馨安,潘琳,杨春红,等.藏医药对肝胆疾病的认识与治疗[J].中药与临床,2022,13(4):58-64.
- [3] 陈婷.藏药防治心血管疾病的研究进展[J].中国民族医药杂志,2020,26(1):42-44.
- [4] 代吉草.藏药八味蒂达丸辅助治疗胆囊炎的临床疗效分析[J].中国民族医药杂志,2023,29(6):1-2,6.
- [5] 高丽娜.藏药提取物体外抗 HIV-1 活性研究[D].北京:北京工业大学,2017.
- [6] 郭肖,李先加,仁青多杰,等.藏药材日孜玛的基原考证[J].中国药房,2020,31(6):759-763.
- [7] 宇妥·元丹贡布,马世林.四部医典[M].上海:上海科学技术出版社,1987.
- [8] 杨安南,冯艳,李志峰,等.藏药“叶格兴”的基原及化学成分、药理活性研究进展[J].世界科学技术-中医药现代化,2024,26(3):675-690.
- [9] 杨敏杰,刘伟,涂宏飞,等.藏红花素保护溃疡性结肠炎模型大鼠的作用及相关机制[J].中国组织工程研究,2020,24(29):4673-4679.
- [10] 汪涛,孙新,李玲.琥珀酸在 M1 型巨噬细胞中积累及其信号传递研究进展[J].中南药学,2020,18(11):1858-1862.
- [11] 刘珊珊,向彬,郭营营,等.天麻成分对羟基苯甲醛抗炎作用及机制研究[J].中国民族民间医药,2016,25(9):16-17,19.
- [12] 黄洋,邵慧凯,李康,等.小叶榕叶抗炎成分分析及活性评价[J].中成药,2014,36(6):1227-1233.
- [13] 武少茹.夏枯草不同部位化学成分及活性研究[D].北京:中国中医科学院,2022.
- [14] 贾建,谭睿陟,钟霞,等.异鼠李素通过抑制 LncRNA-gm33782 减轻 AKI 肾小管炎性细胞凋亡[J].中国实验动物学报,2024,32(6):762-771.
- [15] 骆思园,刘明明,曲庆,等.柠檬酸对诱导的 RAW264.7 细胞炎症反应的保护作用[J].中国兽医学报,2023,43(9):1905-1910.
- [16] 张运晖,赵瑛,欧巧明.紫苏籽化学成分及生物活性研究进展[J].甘肃农业科技,2020,51(9):63-71.
- [17] 薛剑,马伟,徐世一,等.赤芍活性成分治疗中枢神经系统疾病的研究进展[J].中草药,2024,55(19):6806-6819.
- [18] 徐涛涛.西藏红缨合耳菊提取物的美白机理研究[D].广州:广东工业大学,2008.

(收稿日期:2024-10-15) 编辑:翟兴英