

## 猴耳环属植物化学成分和药理作用研究进展

刘莉莹, 康洁, 陈若芸\*

中国医学科学院北京协和医学院 药物研究所, 天然药物活性物质与功能国家重点实验室, 北京 100050

**摘要:** 猴耳环属植物主要化学成分为黄酮类、三萜和甾体类、挥发油等化合物, 具有抗真菌、抗病毒、抗炎、抗过敏、抗肿瘤、抗胃溃疡和抗结核等药理作用。在检索国内外相关文献的基础上, 对猴耳环属植物化学成分和药理作用研究进展进行了综述。

**关键词:** 猴耳环属; 黄酮类; 三萜类; 抗病毒; 抗炎

**中图分类号:** R282.71 **文献标志码:** A **文章编号:** 0253-2670(2013)18-2623-07

**DOI:** 10.7501/j.issn.0253-2670.2013.18.026

## Research progress in chemical constituents and pharmacological activities of plants in *Pithecellobium* Mart.

LIU Li-ying, KANG Jie, CHEN Ruo-yun

State Key Laboratory of Bioactive Substance and Function of Natural Medicines, Institute of Materia Medica, Chinese Academy of Medical Sciences and Peking Union Medical College, Beijing 100050, China

**Key words:** *Pithecellobium* Mart.; flavonoids; triterpenoids; antiviral; anti-inflammation

猴耳环属 *Pithecellobium* Mart. 也称围涎树属, 为豆科植物, 全世界约 100 种。分布于热带、亚热带地区, 尤以热带美洲为多。猴耳环属我国有 4 种, 分别是猴耳环 *P. clypearia* Benth.、牛蹄豆 *P. dulce* (Roxb.) Benth.、亮叶猴耳环 (也称亮叶围涎树 *P. lucidum* Benth.) 和薄叶猴耳环 *P. utile* Chun et How, 产于我国东南部和西南部<sup>[1]</sup>。猴耳环属植物均有清热解毒、去湿敛疮的作用, 可用于水火烫伤, 疮痍疔肿和各种炎症。从该属植物中发现了大量化合物, 达 110 多个, 其中包括黄酮类、三萜和甾体类、挥发性成分和其他类化合物, 其中很多化合物具有生物活性。本文综述了该属植物化学成分和药理活性的研究进展, 为进一步开展该属植物的研究提供参考。

### 1 化学成分

#### 1.1 黄酮类化合物

黄酮类化合物是许多中药中的有效成分, 具有心肌损伤保护作用、抗心律失常、抗氧化、清除自由基、抗菌和抗病毒<sup>[2]</sup>的作用。

黄酮类化合物是猴耳环属植物的主要有效成分, 目前共发现化合物 27 个。猴耳环属植物中的黄酮类化合物具有黄酮 (I)、黄酮醇 (II)、黄烷酮 (III) 和异黄酮 (IV) 4 种母核, 化合物名称及取代基见图 1 和表 1。部分黄酮类化合物结构式见图 2。

#### 1.2 三萜和甾体类

三萜和甾体类成分不仅是该属植物主要的化学成分, 也是产生生物活性的有效成分。该属植物中的三萜类成分几乎都是五环三萜类, 以齐墩果烷型 (V) 和乌苏烷型 (VI) 为主, 目前共分离得到 30 个三萜类化合物, 化合物名称及取代基见图 3 和表 2。部分三萜类和甾体类化合物结构式见图 4。

#### 1.3 挥发性成分

采用超临界 CO<sub>2</sub> 法从 *P. jiringan* Jack 种子中分次提取挥发性成分, 并用 Fast GC-MS-TOF 确定了 55 种成分, 主要有 benzene acetamide、1, 2, 4, 6-tetrathiepane、undecanoic acid、propylphosphonic acid、lenthione、bicyclo non-6-3, 9-dione、tetradecanoic acid、pentadecanoic acid、*n*-hexadecanoic

收稿日期: 2013-04-03

基金项目: 国家“十二五”科技重大专项 (2012ZX09301002001003, 2012ZX09103201-043)

作者简介: 刘莉莹 (1990—), 女, 陕西人, 在读硕士, 研究方向为天然药物化学。E-mail: liuliyang@imm.ac.cn

\*通信作者 陈若芸 Tel: (010)83161622 E-mail: rych@imm.ac.cn

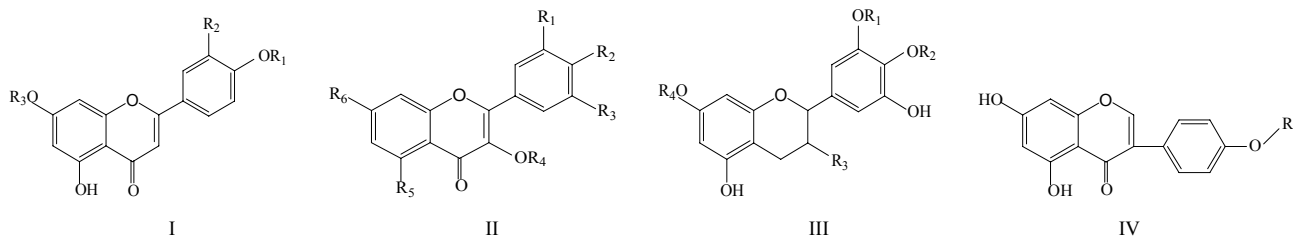


图1 猴耳环属植物的黄酮类成分母核

Fig. 1 Mother nuclei of flavonoids from plants of *Pithecellobium* Mart.

表1 猴耳环属植物的黄酮类成分

Table 1 Flavonoids from plants of *Pithecellobium* Mart.

编号	化合物名称	母核	取代基	植物来源	参考文献
1	luteolin	I	R <sub>1</sub> =H, R <sub>2</sub> =R <sub>3</sub> =OH	a	3
2	luteoloside	I	R <sub>1</sub> =H, R <sub>2</sub> =OH, R <sub>3</sub> =glc	a	3
3	3'-prenylapigenine-7-O-rutinoside	I	R <sub>1</sub> =prenyl, R <sub>2</sub> =H, R <sub>3</sub> =rutin	b	4
4	5-hydroxyl-3, 7, 3', 4'-tetramethoxy	II	R <sub>5</sub> =OH, R <sub>6</sub> =R <sub>1</sub> =R <sub>2</sub> =OCH <sub>3</sub> , R <sub>4</sub> =CH <sub>3</sub> , R <sub>3</sub> =H	a	3
5	5, 4'-dihydroxyl-3, 7, 3'-trimethoxyflavone	II	R <sub>5</sub> =R <sub>2</sub> =OH, R <sub>6</sub> =R <sub>1</sub> =OCH <sub>3</sub> , R <sub>4</sub> =CH <sub>3</sub>	a	3
6	quercetin-3-O-α-L-rhamnopyranoside	II	R <sub>1</sub> =R <sub>2</sub> =R <sub>5</sub> =R <sub>6</sub> =OH, R <sub>4</sub> =rha, R <sub>3</sub> =H	a	5-8
7	myricetin-3-O-α-L-rhamnopyranoside	II	R <sub>1</sub> =R <sub>2</sub> =R <sub>3</sub> =R <sub>5</sub> =R <sub>6</sub> =OH, R <sub>4</sub> =rha	a	5-7
8	quercetin	II	R <sub>2</sub> =R <sub>3</sub> =R <sub>5</sub> =R <sub>6</sub> =OH, R <sub>1</sub> =R <sub>4</sub> =H	a	5,8
9	kaempferol-3-rhamnoside	II	R <sub>1</sub> =R <sub>3</sub> =H, R <sub>2</sub> =R <sub>5</sub> =R <sub>6</sub> =OH, R <sub>4</sub> =rha	b	6
10	kaempferol	II	R <sub>1</sub> =R <sub>3</sub> =R <sub>4</sub> =H, R <sub>2</sub> =R <sub>5</sub> =R <sub>6</sub> =OH	c	8
11	(-)-epigallocatechin	III	R <sub>3</sub> =OH, R <sub>1</sub> =R <sub>2</sub> =R <sub>4</sub> =H	a	9
12	5, 7, 3', 4', 5'-pentahydroxyflavan	III	R <sub>1</sub> =R <sub>2</sub> =R <sub>3</sub> =R <sub>4</sub> =H	a	7
13	(-)-epigallocatechin-7-gallate	III	R <sub>3</sub> =OH, R <sub>1</sub> =R <sub>2</sub> =H, R <sub>4</sub> =galloyl	a	7,10
14	5, 3', 4', 5'-tetrahydroxyflavan-7-gallate	III	R <sub>1</sub> =R <sub>2</sub> =R <sub>3</sub> =H, R <sub>4</sub> =galloyl	a	7
15	7, 3'-O-di-gallyoltricitiflavan	III	R <sub>2</sub> =R <sub>3</sub> =H, R <sub>1</sub> =R <sub>4</sub> =galloyl	a	10
16	7, 4'-O-di-gallyoltricitiflavan	III	R <sub>1</sub> =R <sub>3</sub> =H, R <sub>2</sub> =R <sub>4</sub> =galloyl	a	10
17	7, 4'-di-O-galloyltricitiflavan	III	R <sub>1</sub> =R <sub>3</sub> =H, R <sub>4</sub> =galloyl, R <sub>2</sub> =COOC <sub>6</sub> H <sub>5</sub>	a	11
18	genistein 4'-O-α-L-rhamnopyranoside	IV	R=α-L-rha	b	12
19	3', 4', 7-trihydroxyflavan-3, 4-diol			b	13
20	3', 4', 5', 7-tetrahydroxyflavan-3-ol			b	13
21	epifisetinidol-4β-ol			b	13
22	epifisetinidol-4α-ol			b	13
23	fisetinidol-4β-ol			b	13
24	fisetinidol-4α-ol			b	13
25	robinetinidol			b	13
26	(+)-catechin			d	14
27	(-)-gallocatechin gallate			d	14

a-*P. clypearia*; b-*P. dulce*; c-*P. albicans*; d-*P. lucidum*

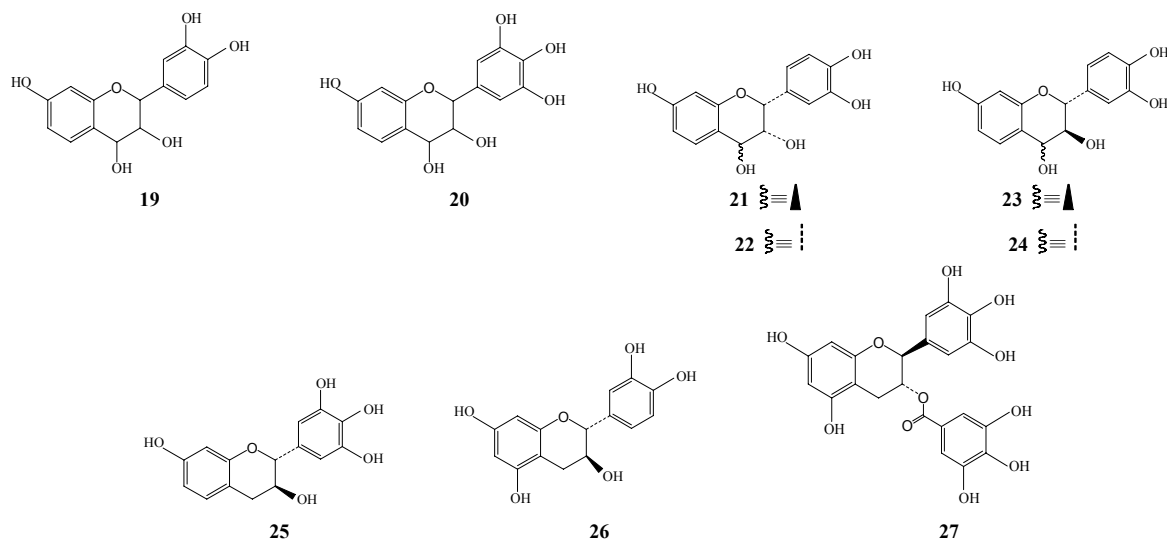


图2 化合物19~27的结构

Fig. 2 Chemical structures of compounds 19—27

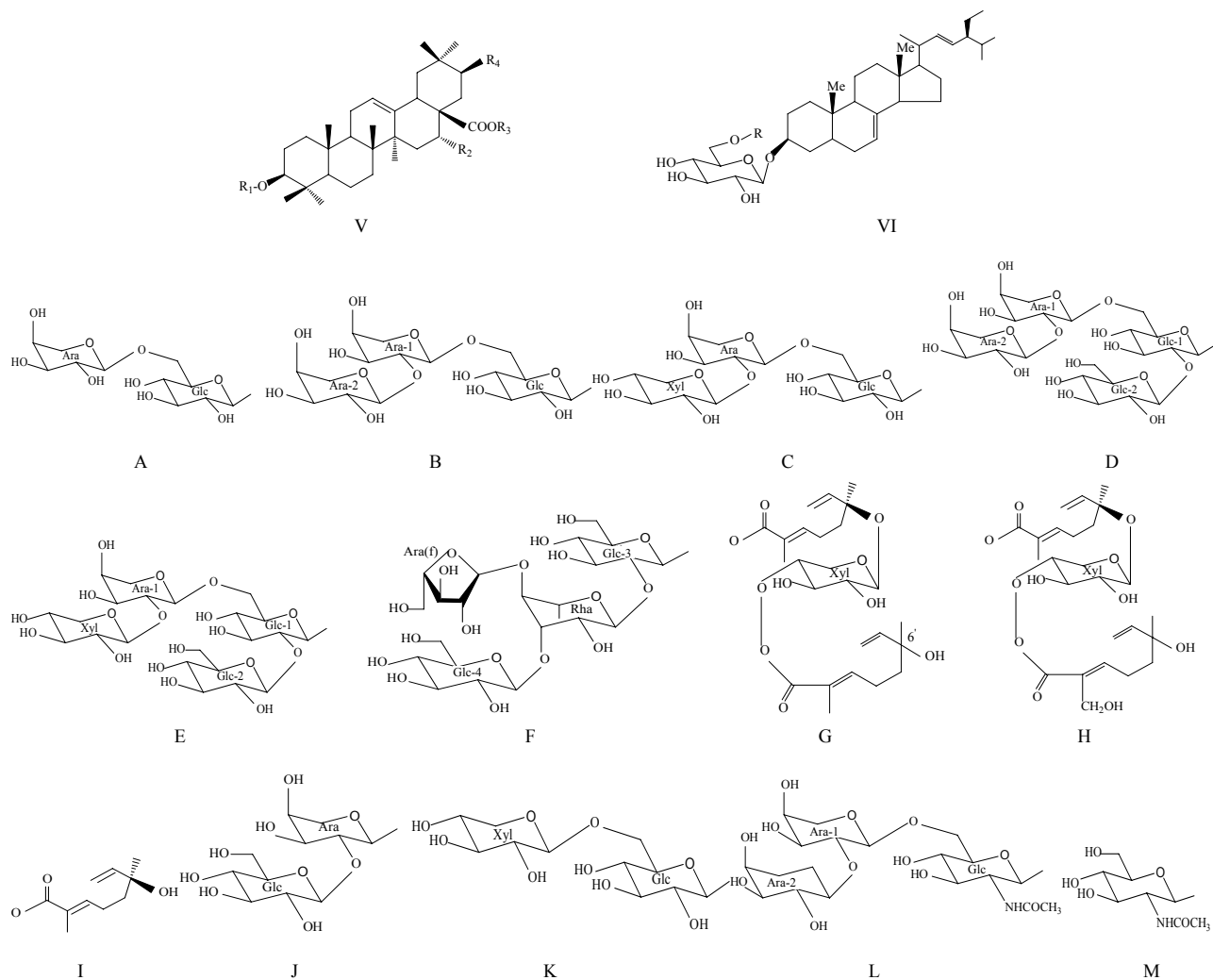


图3 猴耳环属植物的三萜类成分母核和取代基

Fig. 3 Mother nuclei and substituent groups of triterpenoids from plants of *Pithecellobium* Mart.

表2 猴耳环属植物的三萜类和甾体类成分

Table 2 Triterpenes and steroids from plants of *Pithecellobium* Mart.

编号	化合物名称	母核	取代基	植物来源	参考文献
28	pithedulosides A	V	R <sub>1</sub> =A, R <sub>2</sub> =OH, R <sub>3</sub> =H, R <sub>4</sub> =H	b	15
29	pithedulosides B	V	R <sub>1</sub> =B, R <sub>2</sub> =R <sub>3</sub> =R <sub>4</sub> =H	b	15
30	pithedulosides C	V	R <sub>1</sub> =C, R <sub>2</sub> =R <sub>3</sub> =R <sub>4</sub> =H	b	15
31	pithedulosides D	V	R <sub>1</sub> =B, R <sub>2</sub> =OH, R <sub>3</sub> =R <sub>4</sub> =H	b	15
32	pithedulosides E	V	R <sub>1</sub> =C, R <sub>2</sub> =OH, R <sub>3</sub> =R <sub>4</sub> =H	b	15
33	pithedulosides F	V	R <sub>1</sub> =D, R <sub>2</sub> =R <sub>3</sub> =R <sub>4</sub> =H	b	15
34	pithedulosides G	V	R <sub>1</sub> =E, R <sub>2</sub> =R <sub>3</sub> =R <sub>4</sub> =H	b	15
35	pithedulosides H	V	R <sub>1</sub> =D, R <sub>2</sub> =OH, R <sub>3</sub> =F, R <sub>4</sub> =G (6'=S)	b	16
36	pithedulosides I	V	R <sub>1</sub> =D, R <sub>2</sub> =OH, R <sub>3</sub> =F, R <sub>4</sub> =H	b	16
37	pithedulosides J	V	R <sub>1</sub> =D, R <sub>2</sub> =OH, R <sub>3</sub> =F, R <sub>4</sub> =I	b	16
38	pithedulosides K	V	R <sub>1</sub> =D, R <sub>2</sub> =OH, R <sub>3</sub> =R <sub>4</sub> =H	b	16
39	echinocysticacid-3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -xylopyranosyl-(1→2)-α- <i>L</i> -arabinopyranosyl-(1→6)-[β- <i>D</i> -glucopyranosyl-(1→2)]-β- <i>D</i> -glucopyranoside	V	R <sub>1</sub> =E, R <sub>2</sub> =OH, R <sub>3</sub> =R <sub>4</sub> =H	b	16
40	dulcin	V	R <sub>1</sub> =J, R <sub>2</sub> =OH, R <sub>3</sub> =K, R <sub>4</sub> =H	b	17
41	oleanolic acid saponin P <sub>E</sub>	V	R <sub>1</sub> =J, R <sub>2</sub> =OH, R <sub>3</sub> =R <sub>4</sub> =H	b	17
42	3-[(2-acetamido-2-deoxy-β- <i>D</i> -glucopyranosyl)-oxy]-16α-hydroxyolean-12-en-28-oic acid	V	R <sub>1</sub> =M, R <sub>2</sub> =OH, R <sub>3</sub> =R <sub>4</sub> =H	d	14
43	3- <i>O</i> -[α- <i>L</i> -arabinopyranosyl-(1→2)-α- <i>L</i> -arabinopyranosyl-(1→6)-β- <i>D</i> -glucopyranosyl]-21b- <i>O</i> -[(2' <i>E</i> )-6'-hydroxy-2', 6'-dimethylocta-2', 7'-dienoyl] acacic acid	V	R <sub>1</sub> =B, R <sub>2</sub> =OH, R <sub>3</sub> =H, R <sub>4</sub> =I	b	18
44	3- <i>O</i> -[α- <i>L</i> -arabinopyranosyl-(1→2)][α- <i>L</i> -arabinopyranosyl(1→6)] 2-acetoamido-2-deoxy-β- <i>D</i> -glucopyranosyl oleanolic acid	V	R <sub>1</sub> =L, R <sub>2</sub> =R <sub>3</sub> =R <sub>4</sub> =H	e	19
45	3- <i>O</i> -[α- <i>L</i> -arabinopyranosyl(1→2)][α- <i>L</i> -arabinopyranosyl(1→6)] 2-acetoamido-2-deoxy-β- <i>D</i> -glucopyranosyl echinocystic acid	V	R <sub>1</sub> =L, R <sub>2</sub> =OH, R <sub>3</sub> =R <sub>4</sub> =H	e	19
46	β- <i>D</i> -glucoside of α-spinasterol	VI	R=H	f, c	8,20
47	3- <i>O</i> -6'- <i>O</i> -palmitoyl-β- <i>D</i> -glucosyl-spinasta-7, 22(23)-diene	VI	R=palmitate	f	20
48	3- <i>O</i> -6'- <i>O</i> -stearoyl-β- <i>D</i> -glucosylspinasta-7, 22(23)-diene	VI	R=stearate	f	20
49	julibroside A <sub>2</sub>			d	14
50	ursolic acid			a	3
51	oleanic acid			a	3
52	α-amyrin			a	3
53	(-)-19β- <i>D</i> -glucopyranosyl-6, 7-dihydroxy-kaurenoate			c	8
54	β-sitosterol			b	21
55	campesterol			b	21
56	stigmasterol			b	21
57	α-spinasterol			b, g	21-22

a-*P. clypearia*; b-*P. dulce*; c-*P. albicans*; d-*P. lucidum*; e-*P. racemosum*; f-*P. cauliflorum*; g-*P. multiflorum*

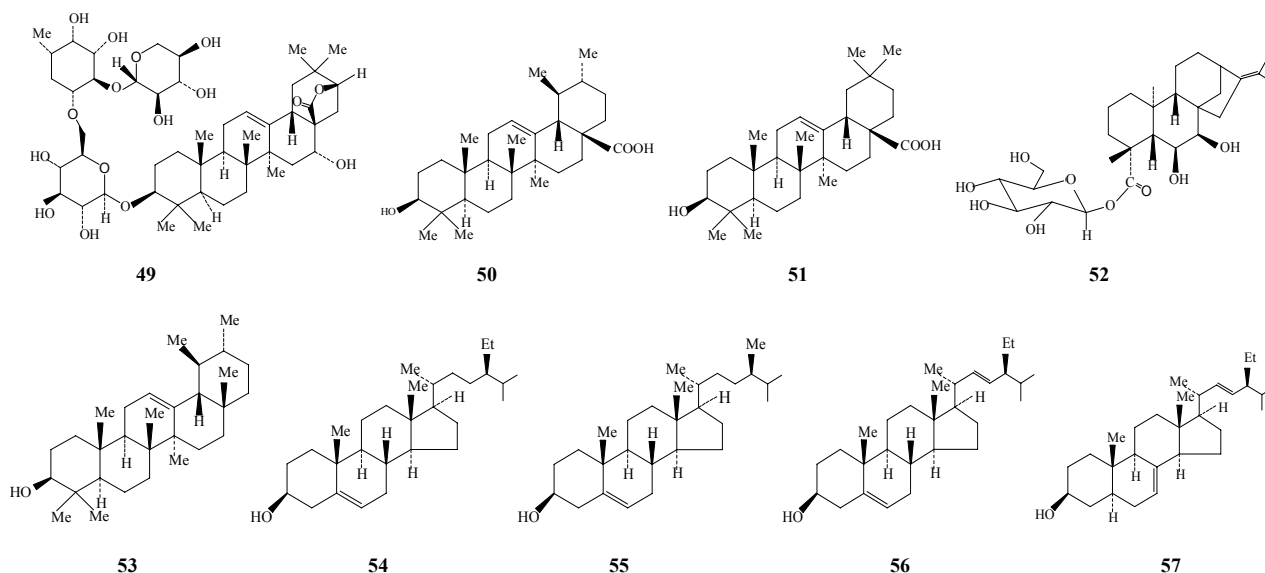


图4 部分三萜类化合物和甾体类化合物结构

Fig. 4 Chemical structures of some triterpenoids and steroids

acid、9, 12-octadecanoic acid、methyl-9, 12-octadecanoate、9, 12-octadecadienoyl chloride、methyl tetradecanoate、9-octadecynoic acid、9, 12-octadecanoic acid、(Z, Z)-6-octadecenoic acid、(Z)-cyclopentaneundecanoic acid、Z, Z, Z-4, 6, 9-nonadecatriene、octadecanoic acid、1, 2-benzenedicarboxylic acid、diisooctyl ester、dodecanoic acid、2-phenylethyl ester、arachidonic、9-octadecenoic acid、(Z)-2, 3-dihydroxypropyl ester 等<sup>[23]</sup>。

#### 1.4 其他

猴耳环和亮叶猴耳环中的有机酸主要是没食子酸(gallic acid)及其甲酯和乙酯<sup>[9]</sup>。从 *P. multiflorum* (Kunth) Benth 中分离得到化合物羽扇豆醇<sup>[22]</sup>。另外, 从猴耳环中还分得正三十三烷, 从牛蹄豆中分离得到 lysozyme<sup>[24]</sup>、棕榈酸、硬脂酸、油酸、亚油酸、肉豆蔻酸、亚麻酸、二十烷酸、alkylated resin、dulcitol、octacosanol 等。

## 2 药理作用

### 2.1 抗真菌

从巴西猴耳环 *P. racemosum* DuRoi 中分离得到的化合物 3-O-[ $\alpha$ -L-arabinopyranosyl (1 $\rightarrow$ 2)] [ $\alpha$ -L-arabinopyranosyl (1 $\rightarrow$ 6)] 2-acetoamido-2-deoxy- $\beta$ -D-glucopyranosyl oleanolic acid 有一定的抗真菌作用, 可以抑制 *Trichophyton mentogrophytes*、*Candida albicans* 和 *Saccharomyces cerevisia* 真菌, 最低抑菌浓度(MIC)值分别是 6.25、12.5、12.5  $\mu$ g/mL<sup>[19]</sup>。

### 2.2 抗病毒

猴耳环水提物体外对呼吸道合胞病毒(respiratory syncytial virus, RSV)和单纯疱疹1型病毒(herpes simplex virus type 1, HSV-1)有抑制作用, IC<sub>50</sub>分别是 31.3、62.5  $\mu$ g/mL, 而且其抗病毒活性可能源于其中含有的酚类成分<sup>[25]</sup>。猴耳环水提物还有很强的抗鸭乙型肝炎病毒作用, 选择指数 > 2.7<sup>[26]</sup>。

### 2.3 抗炎和抗过敏

从牛蹄豆中获得的由齐墩果酸、合欢酸、木糖、阿拉伯糖、葡萄糖连接而成的皂苷能够抑制角叉菜胶诱导的水肿和甲醛诱导的关节炎模型小鼠炎症反应的渗出和增殖, 研究发现该皂苷的半数有效量(ED<sub>50</sub>)与氢化可的松相当<sup>[27]</sup>。猴耳环乙醇提取物富含多酚类物质, 对急性和自身免疫性炎症动物模型具有抗炎活性。猴耳环制剂能够有效抑制巴豆油诱发的小鼠耳肿胀和毛细血管通透性; 角叉菜胶诱发的小鼠后爪肿胀; 丙酸杆菌加脂多糖引起的肝损伤。猴耳环还可抑制二硝基氟苯(DNFB)诱导的迟发性超敏反应; (-)-epigallo-catechin-7-gallate、(-)-5, 7, 3', 4', 5-pentahydroxyflavan 和(-)-tetrahydroxyflavan-7-gallate 还具有显著的抑制组胺释放作用<sup>[7]</sup>。

### 2.4 抗肿瘤

采用 MTT 法及 5 种人源肿瘤细胞株(HCT-8、Bel-7402、BGC-823、A549、A2780)对亮叶围涎树中 julibroside A<sub>2</sub> 和 3-[(2-acetamido-2-deoxy- $\beta$ -D-glucopyranosyl)oxy]-16 $\alpha$ -hydroxyolean-12-en-28-oic

acid 进行细胞毒活性评价, 实验结果发现 3-[(2-acetamido-2-deoxy- $\beta$ -D-glucopyranosyl) oxy]-16 $\alpha$ -hydroxyolean-12-en-28-oic acid 对 A2780 细胞具有明显的选择性抑制活性, 其 IC<sub>50</sub> 为 1.72  $\mu$ mol/L。而 julibroside A<sub>2</sub> 对所筛选的 5 种细胞株均无明显的细胞毒活性 (IC<sub>50</sub> > 10  $\mu$ mol/L) [14]。

### 2.5 抗胃溃疡

采用化学和压力诱导胃溃疡模型来评估牛蹄豆的醇水提取物 (HAEPD) 对胃的保护活性和在大鼠体内的作用机制。结果表明, HAEPD 有较强的抗胃溃疡活性可能是其作为细胞保护剂和抗酸分泌剂而产生的 [28]。另外, 还有人研究了 *P. jiringa* 乙醇提取物对乙醇诱导大鼠胃黏膜损伤的作用。结果表明, *P. jiringa* 乙醇提取物对胃黏膜损伤的保护作用可能是由于其保护胃壁黏液并且增加超氧化物歧化酶 (SOD) 的活性, 减少氧化应激所致 [29]。

### 2.6 抗结核

通过 BACTEC 460 TB 无线呼吸量测定系统来研究牛蹄豆叶的正己烷、氯仿和乙醇提取物的抗分支杆菌活性, 与链霉素、异烟肼、利福平、吡嗪酰胺和乙胺丁醇等标准药物比较, 其乙醇提取物质量浓度为 20 mg/mL 时显示最高的活性 [30-31]。

### 2.7 免疫调节

从猴耳环中得到的 (-)-表没食子儿茶素-7-没食子酸酯能显著抑制 ConA 诱导的 T 淋巴细胞增殖, 其 IC<sub>50</sub> 为 4.4  $\mu$ mol/L [22]。

### 2.8 抑制 CCl<sub>4</sub> 诱导的肾脏氧化损伤

牛蹄豆中的酚类、黄酮类和皂苷类成分是其抑制 CCl<sub>4</sub> 诱导的肾脏氧化损伤的活性成分。结果表明 HAEPD 抑制 CCl<sub>4</sub> 诱导的肾脏氧化损伤的保护作用可能是由于其活性成分具有的抗氧化活性 [32]。

### 2.9 降糖作用

在马来西亚, *P. jiringan* 的种子可作为生蔬菜食用, 因其具有降糖作用 [23]。

## 3 结语

猴耳环属植物具有多种药理作用。目前, 对该属植物研究虽然已取得了一些成绩, 但仍存在一些不足。主要体现在对该属植物化学成分方面的研究不够全面, 以及药理活性研究不太深入, 如化合物的生物合成途径、作用机制以及单体化合物的活性筛选方面的研究都有待进一步加强。因此, 还需要利用现代药学的研究手段, 对猴耳环属中黄酮类、

三萜和甾体类化合物及其他有效成分进行合理的开发利用, 扩展该属药用植物的应用范围。

### 参考文献

- [1] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志 (第 39 卷) [M]. 北京: 科学出版社, 1988.
- [2] 龚金炎, 张英, 吴晓琴. 黄酮类化合物抗病毒活性的研究进展 [J]. 中草药, 2008, 39(4): 623-627.
- [3] 谢春英, 林乐维. 猴耳环化学成分研究 [J]. 中药材, 2011, 34(7): 1060-1062.
- [4] Saxena V K, Singhal M. Novel prenylated flavonoid from stem of *Pithecellobium dulce* [J]. *Fitoterapia*, 1999, 70(1): 98-100.
- [5] 李药兰, 李克明, 苏妙贤, 等. 猴耳环抗病毒有效成分研究 [J]. 中国中药杂志, 2006, 31(5): 397-400.
- [6] Nigam S K, Mitra C R. *Pithecellobium dulce* V. Chemistry of the seed saponin and constituents of the leaves [J]. *Planta Med*, 1970, 18: 44-50.
- [7] Norulaini N A N, Zaidul I S M, Azizi C Y M, et al. Supercritical carbon dioxide fractionation of *Pithecellobium jiringan* Jack seed compositions using fast gas chromatography time of flight mass spectrometry [J]. *J Food Process Eng*, 2011, 34(5): 1746-1758.
- [8] Mena-Rejon G J, Sansores-Peraza P, Brito-Loeza W F, et al. Chemical constituents of *Pithecellobium albicans* [J]. *Fitoterapia*, 2008, 79(5): 395-397.
- [9] Bao L, Yao X S, Xu J K, et al. Effects of *Pithecellobium clypearia* Benth extract and its main components on inflammation and allergy [J]. *Fitoterapia*, 2009, 80(6): 349-353.
- [10] 苏妙贤, 唐之岳, 黄伟欢, 等. 猴耳环化学成分研究 [J]. 中药材, 2009, 32(5): 705-707.
- [11] Petrus J, Steynberg J P, Steynberg E, et al. Structure and synthesis of the first profisetinidins with epifisetinidol constituents units [J]. *J Chem Soc Perkin Trans I: Org Chem*, 1997, 13: 1943-1950.
- [12] Li Y L, Leung K T, Yao F H, et al. Antiviral flavans from the leaves of *Pithecellobium clypearia* [J]. *J Nat Prod*, 2006, 69(5): 833-835.
- [13] Sahu N P, Mahato S B. Anti-inflammatory triterpene saponins of *Pithecellobium dulce*: Characterization of an echinocystic acid bisdesmoside [J]. *Phytochemistry*, 1994, 37(5): 1425-1427.
- [14] Saxena V K, Singal M. Geinstein 4'-O-alpha-L-rhamnopyranoside from *Pithecellobium dulce* [J]. *Fitoterapia*, 1998, 69(4): 305-306.
- [15] Nigam S K, Misra G, Uddin R, et al. Pithedulosides A—G, oleanane glycosides from *Pithecellobium dulce* [J]. *Phytochemistry*, 1997, 44(7): 1329-1334.
- [16] Yoshikawa K, Suzaki Y, Tanaka M, et al. Three acylated

- saponins and a related compound from *Pithecellobium dulce* [J]. *J Nat Prod*, 1997, 60(12): 1269-1274.
- [17] 马双刚, 吕海宁, 丁广治, 等. 亮叶围涎树根的化学成分及其肿瘤细胞毒活性研究 [J]. 中国中药杂志, 2011, 36(13): 1769-1771.
- [18] Sahu N P, Koike K, Jia Z H, *et al*. A minor acylated triterpenoid saponin from the seeds of *Pithecellobium dulce* [J]. *J Chem Res*, 1999, 32: 558-559
- [19] Khan I A, Clark A M, McChesney J D. Antifungal activity of a new triterpenoid glycoside from *Pithecellobium racemosum* (M.) [J]. *Pharm Res*, 1997, 14(3): 358-361.
- [20] Ferreira-Gomes D D C, Vilela-Alegrio L. Acyl sterly glycosides from *Pithecellobium cauliflorum* [J]. *Phytochemistry*, 1998, 49(5): 1365-1367.
- [21] Guo X Y, Wang N L, Bo L, *et al*. Chemical constituents from *Pithecellobium clypearia* and their effects on T lymphocytes proliferation [J]. *J Chin Pharm Sci*, 2007, 16(3): 208-213.
- [22] Nigam S K, Mitra C R. *Pithecellobium dulce* IV. Constituents of flowers, heartwood, and root bark [J]. *Planta Med*, 1968, 16(3): 335-337.
- [23] Gunasekera S P, Cordell G A, Farnsworth N R. Constituents of *Pithecellobium multiflorum* [J]. *J Nat Prod*, 1982, 45(5): 651.
- [24] Sawasdipuksa N, Lei Z, Sumner L W, *et al*. A lysozyme with antifungal activity from *Pithecellobium dulce* seeds [J]. *Food Technol Biotechnol*, 2011, 49(4): 489-494.
- [25] Li Y L, Ooi L S M, Wang H, *et al*. Antiviral activities of medicinal herbs traditionally used in southern mainland China [J]. *Phytother Res*, 2004, 18(9): 718-722.
- [26] Leung K T, Chiu L C, Lam W S, *et al*. *In vitro* antiviral activities of Chinese medicinal herbs against duck hepatitis B virus [J]. *Phytother Res*, 2006, 20(10): 911-914.
- [27] Bhargva Krishna P, Gupta M B, Chittranjan R. Anti-inflammatory activity of saponins and other natural products [J]. *Indian J Med Res*, 1970, 58: 724.
- [28] Megala J, Geetha A. Antiulcerogenic activity of hydroalcoholic fruit extract of *Pithecellobium dulce* in different experimental ulcer models in rats [J]. *J Ethnopharmacol*, 2012, 142: 415-421.
- [29] Ibrahim A A I, Suhailah W Q, Mahmood A A, *et al*. Effects of *Pithecellobium jiringa* ethanol extract against ethanol-induced gastric mucosal injuries in Sprague-Dawley rats [J]. *Molecules*, 2012, 17: 2796-2811.
- [30] Shanmugakumaran S D, Amerjothy S, Balakrishna K, *et al*. Antimycobacterial properties of leaf extracts of *Pithecellobium dulce* Benth [J]. *Indian Drugs*, 2005, 42(6): 392-395.
- [31] Shanmugakumaran S D, Amerjothy S, Balakrishna K. Pharmacognostical, antibacterial and antifungal potentials of the leaf extracts of *Pithecellobium dulce* Benth [J]. *Phcog Mag*, 2006, 7(2): 163-167.
- [32] Pal P B, Pal S, Manna P, *et al*. Traditional extract of *Pithecellobium dulce* fruits protects mice against CCl<sub>4</sub> induced renal oxidative impairments and necrotic cell death [J]. *Pathophysiology*, 2012, 19: 101-114.