

• 综 述 •

皂帽花属与假鹰爪属的亲缘关系及化学成分研究进展

周晓磊^{1,2}, 史 宁¹, 白 皎², 李秉滔³, 吴久鸿^{1*}

1. 解放军第 306 医院 药学部, 北京 100101

2. 沈阳药科大学中药学院, 辽宁 沈阳 110016

3. 华南农业大学, 广东 广州 510642

摘 要: 对番荔枝科皂帽花属与其近缘植物假鹰爪属的生源关系, 从形态结构、叶的解剖形态和分子系统学 3 方面进行比较, 结果显示两属植物在形态结构和解剖形态方面有明显差异, 支持两属独立的观点; 同时对近年来皂帽花属植物的化学成分和药理活性研究进展进行综述, 并对该属植物与假鹰爪属植物在现有化学成分方面的相关性进行了探讨, 结果发现两属植物中均含有 A 环全取代、B 环未取代且具甲酰基取代的黄酮类化合物, 而此类化合物之前被认为是假鹰爪属植物的特征化合物, 因此从化学分类学的角度支持两属植物合并。对皂帽花属植物进行更深入的化学成分研究, 应该能够为两属植物的分合提供更充分的依据。

关键词: 皂帽花属; 假鹰爪属; 亲缘关系; 黄酮类化合物; 化学分类学

中图分类号: R284 **文献标志码:** A **文章编号:** 0253-2670(2012)09-1852-06

Phylogenetic relationship between *Dasymaschalon* (Hook. f. et Thoms.) Dalle Torre et Harms and *Desmos* Lour. as well as study on their constituents

ZHOU Xiao-lei^{1,2}, SHI Ning¹, BAI Jiao², LI Bing-tao³, WU Jiu-hong¹

1. Department of Pharmacy, 306 Hospital of PLA, Beijing 100101, China

2. School of Traditional Chinese Materia Medica, Shenyang Pharmaceutical University, Shenyang 110016, China

3. South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China

Key words: *Dasymaschalon* (Hook. f. et Thoms.) Dalle Torre et Harms; *Desmos* Lour.; phylogenetic relationship; flavonoids; chemical taxonomy

皂帽花属 *Dasymaschalon* (Hook. f. et Thoms.) Dalle Torre et Harms 和假鹰爪属 *Desmos* Lour. 均为番荔枝科 (Annonaceae) 植物; 前者为灌木或小乔木, 有 16 种, 主要分布在从印度到菲律宾的亚洲西南部地区, 中国产 3 种, 分布于云南、广东和广西地区^[1]; 后者为直立或攀援灌木, 全世界约有 30 种, 中国产 4 种, 也分布于我国南部和西南部, 该属植物作为民间习用药材沿用已久^[1-2]。皂帽花属和假鹰爪属植物因为在形态上差别不大, 尤以具有类似的念珠状果实, 而在是否应该合并为同一属的问题上存有很多争论。本文综合已有的研究资料, 从形态结构、叶的解剖形态和分子系统学 3 方面对两属植

物的分合问题进行初步探讨, 并对两属植物已报道的化学成分进行比较, 试图从化学分类学上进一步探讨皂帽花属与假鹰爪属的分类学关系。

1 生源关系

1.1 形态结构的差异

皂帽花属与假鹰爪属植物的形态特征差别不大。两者叶序均为互生, 叶脉为网状脉。花单朵腋生或与叶对生。萼片同为 3 片, 镊合状排列。果实念珠状, 果节圆球状或椭圆状。因此有的学者根据两属植物具有相似的果实类型, 主张两属合并。而两属植物在花瓣轮数和每轮数目上有所区别, 假鹰爪属植物的花瓣 6 片 2 轮 (该属有些种的花瓣为 2~

收稿日期: 2012-05-21

基金项目: 全军医学科研“十一五”计划杰出人才项目 (06J001)

作者简介: 周晓磊 (1985—), 在读硕士, 主要研究领域为天然药物化学。E-mail: zhoullei19850219@126.com

*通讯作者 吴久鸿 Tel: (010)66354564 E-mail: jiuongwu@hotmail.com

网络出版时间: 2012-08-15 网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/12.1108.R.20120815.1012.001.html>

4片,排成1轮),而皂帽花属植物只有外轮3片花瓣,内轮花瓣消失,有的学者据此则主张两属分开。中国学者也认为假鹰爪属植物的花瓣6片2轮,而皂帽花属植物的花瓣3片1轮,特征较明显,主张两属分开。然而,当李秉滔查阅了国内外多个研究单位的植物标本和文献资料之后,发现假鹰爪属并非所有种的植物都具有花瓣6片2轮的特征,有些种如 *Desmos dasymaschalus* (Blume) Safford、*D. filipes* (Ridley) Ridley 和 *D. longiflorus* (Roxb.) Safford 的花瓣为2~4片,排成1轮,据此推断皂帽花属应该是假鹰爪属的退化类群,并结合两属植物花粉粒形态基本一致的特征,又主张将两属合并,并将皂帽花属的种进行了新的组合,新拟的种名分别为大萼假鹰爪 *Desmos macrocalyx* Finet et Gagnepain) P. T. Li comb. nov.、钝叶假鹰爪 *D. robinsonii* (Jover-Ast) P. T. Li comb. nov.、短瓣假鹰爪 *D. evrardii* (Jovet-Ast) P. T. Li comb. nov.、老泰假鹰爪 *D. lomencaccus* (Finet et Gagnepain) P. T. Li comb. nov.^[3]、喙果假鹰爪 *D. rostrata* (Merrill et Chun) P. T. Li comb. nov.^[4]。侯学良^[5]在比较了两属植物叶的脉序后认为尽管相似性较大,说明两属关系密切,但仍存在不同之处,如与假鹰爪属相比,皂帽花属1级脉较粗,3级脉密度较大,且网眼偏小,故支持两属独立的观点。

1.2 叶的解剖形态差异

孙同兴等^[6]利用扫描电镜技术、叶片离析法和石蜡切片法对假鹰爪属和皂帽花属植物叶的形态进行了解剖研究,结果表明两者在叶的形态上具有较大差异,主要表现在:(1)假鹰爪属植物叶片近轴表皮细胞分为含晶簇细胞和不含晶簇细胞两种类型,而皂帽花属植物的叶片近轴表皮细胞均含晶簇,且所有表皮细胞内的晶簇大小相似;(2)皂帽花属植物的叶片较薄,叶肉组织分化不明显;(3)叶片中油细胞分布位置和每平方毫米所含的油细胞数目不同;(4)皂帽花属植物的叶主脉维管组织中的维管束之间分布有薄壁细胞,与假鹰爪属植物相比细胞较窄,且维管束及其外的维管束鞘不断裂,形成连续的环状。

1.3 分子系统学研究

分子系统学是通过生物大分子如蛋白质、核酸等的结构、功能的进化研究,来阐明生物各类群间的谱系发生关系。由于生物大分子携带大量遗传信息,相比于形态分类学具有更大的优势,自其诞

生之日起,就逐渐在各种生物类群的系统发生研究中得到广泛应用。Wang^[7]以分别取自两属植物的4段叶绿体基因序列为材料,采用 neighbor-joining、maximum parsimony、Bayesian inference 和 maximum likelihood 4种方法对皂帽花属及其亲缘属假鹰爪属进行了分子系统学分析,用以上4种方法构建的系统树显示皂帽花属和假鹰爪属都互为姐妹群,表明其具有较近的亲缘关系。

2 化学成分

2.1 皂帽花属植物的化学成分

皂帽花属植物的化学成分研究尚未深入进行,已报道的化合物主要有生物碱类、黄酮类和番荔枝内酯三大类。其中黄酮类多为A环全取代,B环无取代化合物,且有些化合物的A环取代基中含有醛基如 unonal、lawinal 等;生物碱多为异喹啉类阿朴菲型生物碱。从皂帽花属植物中分得的化合物见表1,新分到的化合物结构见图1。

2.1.1 黄酮类化合物 Liu 等^[8]从皂帽花中分离得到2个A环全取代黄酮类化合物 dasytrichone 和 desmethoxymatteucinol,2个化合物在生物合成上具有相关性。Dasytrichone 含有一个部分饱和的芳香环A环,类似于化合物 vafzelin。Vafzelin 可以衍生自5-hydroxy-2-(2-hydroxy-phenyl)-6,8,8-trimethyl-8H-chromene-4,7-dione,通过2、3位双键还原以及C-8a位的芳香取代和C-6位的甲基化得到。周立东等^[9]从喙果皂帽花中得到3个A环具醛基黄酮类化合物 unonal、lawinal 和 isounonal,均为属内首次分离得到。此外,Sinz 等^[10]还从黄花皂帽花中分得了2个非A环全取代的黄酮醇苷,分别是 quercetin-3,7-dimethylether-3'-O- α -L-rhamnopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 2)- β -D-glucopyranoside 和 quercetin-3,7-dimethylether-3'-O- α -L-rhamnopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 2)-O-L-rhamnopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 6)- β -D-glucopyranoside。Santisuk 等^[11]从黄花皂帽花中分离得到1个双苯吡酮类化合物 sootepenseone。Nguyen 等^[12]从喙果假鹰爪(原名喙果皂帽花)中分离得到一个新的黄酮类化合物 desmorostratone。

2.1.2 生物碱类化合物 从皂帽花属植物中得到的生物碱主要是异喹啉类阿朴菲型生物碱。Sinz 等^[13]从黄花皂帽花中分离到8个阿朴菲型生物碱,分别是 dicentrine、dasymachaline、N-methyl-laurotetanine、N-nornuciferine、norlaureline、tetrahydroprotoberberines、xylopinine 和 caseadine。周立东等^[9]从喙果

表 1 从皂帽花属植物中得到的化合物

Table 1 Compounds isolated from plants in *Dasymaschalon* (Hook. f. et Thoms.) Dalle Torre et Harms

化合物名称	植物来源	参考文献	化合物名称	植物来源	参考文献
dasytrichone	I	8	dicentrine	II	13
desmethoxymatteucinol	I	8	dasymachaline	II	13
unonal	III	9	<i>N</i> -methyllaurotetanine	II	13
lawinal	III	9	<i>N</i> -normuciferine	II	13
isounonal	III	9	norlaureline	II	13
quercetin-3, 7-dimethylether-3'- <i>O</i> - α - <i>L</i> -rhamnopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 2)- β - <i>D</i> -glucopyranoside	II	10	tetrahydroprotoberberines	II	13
quercetin-3, 7-dimethylether-3'- <i>O</i> - α - <i>L</i> -rhamnopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 2)- <i>O</i> - <i>L</i> -rhamnopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 6)- β - <i>D</i> -glucopyranoside	II	10	xylopinine	II	13
sootepenseone	II	11	caseadine	II	13
desmorostratone	III	12	4, 7-oxodehydroasimilobine	III	9
desmocyclopeptide	III	12	sootepensin A	II	14
			sootepensin B	II	14
			tonkinin C	II	14
			tonkinesin C	II	14

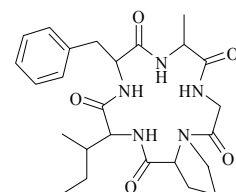
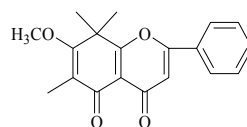
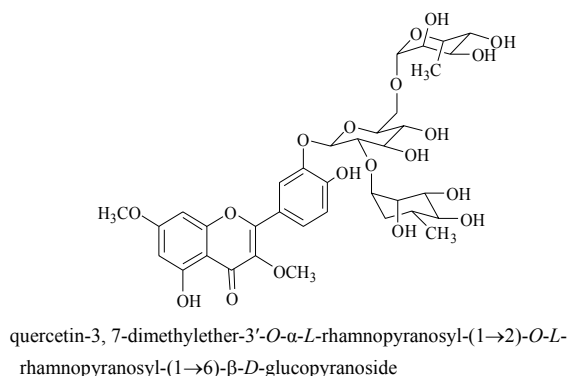
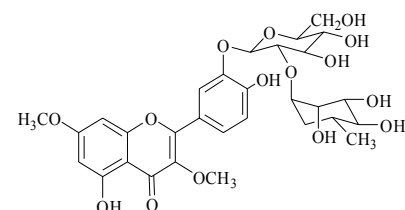
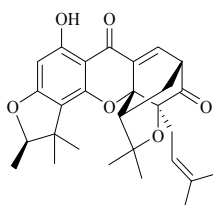
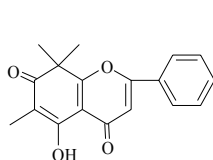
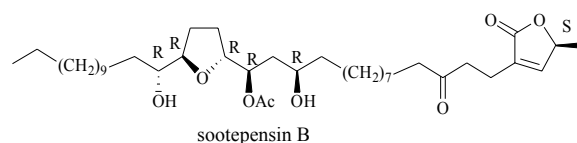
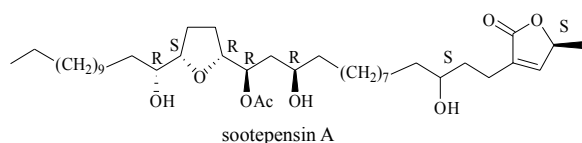
I-*D. trichophorum* II-*D. sootepense* III-*D. rostratum*

图 1 从皂帽花属植物中得到的新化合物结构

Table 1 Structures of new compounds isolated from plants in *Dasymaschalon* (Hook. f. et Thoms.) Dalle Torre et Harms

皂帽花中得到 1 个氧化阿朴菲型生物碱 4, 7-oxodehydroasimilobine。

2.1.3 番荔枝内酯 1998 年 Sinz 等^[14]从黄花皂帽花中分离得到了 4 个番荔枝内酯化合物 sootepensin A、sootepensin B、tonkinin C 和 tonkinesin C。

2.2 假鹰爪属植物的化学成分

截至目前, 对假鹰爪属植物的化学成分已做了大量研究, 从中得到的化合物以黄酮类和生物碱类为主。其中黄酮类化合物又多为 A 环全取代和 B 环无取代, 且该类成分被认为是假鹰爪属植物的特征性成分, 如假鹰爪黄烷 (4, 7-dihydroxyl-5-methoxyl-6-methyl-8-formylflavan)^[15]、假鹰爪素 A (cochinine A)^[16]、假鹰爪黄酮 (desmosflavone)^[17]、鹰爪双

氢黄酮 II (desmosflavanone II)^[18]、毛叶假鹰爪素 A (desmosdumotin A)^[19]、毛叶假鹰爪素 D (desneodumotin D)^[20]、毛叶假鹰爪素 C (desmosdumotin C)^[21]等。此外, 从假鹰爪叶中还发现了黄酮苷化合物 (2R, 3R)-5, 7, 3', 4'-四羟基二氢黄酮醇-3-O- α -L-吡喃鼠李糖苷 (astilbin) 和 5, 7-二羟基基色原酮-3-O- α -L-吡喃鼠李糖苷 (eucryphin)^[22]。

生物碱类多为异喹啉类, 如 3, 9, 11-三甲氧基-1, 2-亚甲二氧基氧化阿朴菲 (3, 9, 11-trimethoxy-1, 2-methylenedioxy oxoaporphine)^[23]、(±)-demethyl-corydalmine^[24]等。从喙果假鹰爪中得到一个新的环肽化合物 desmocylopeptide^[12]。从假鹰爪属植物分得的化合物见图 2。

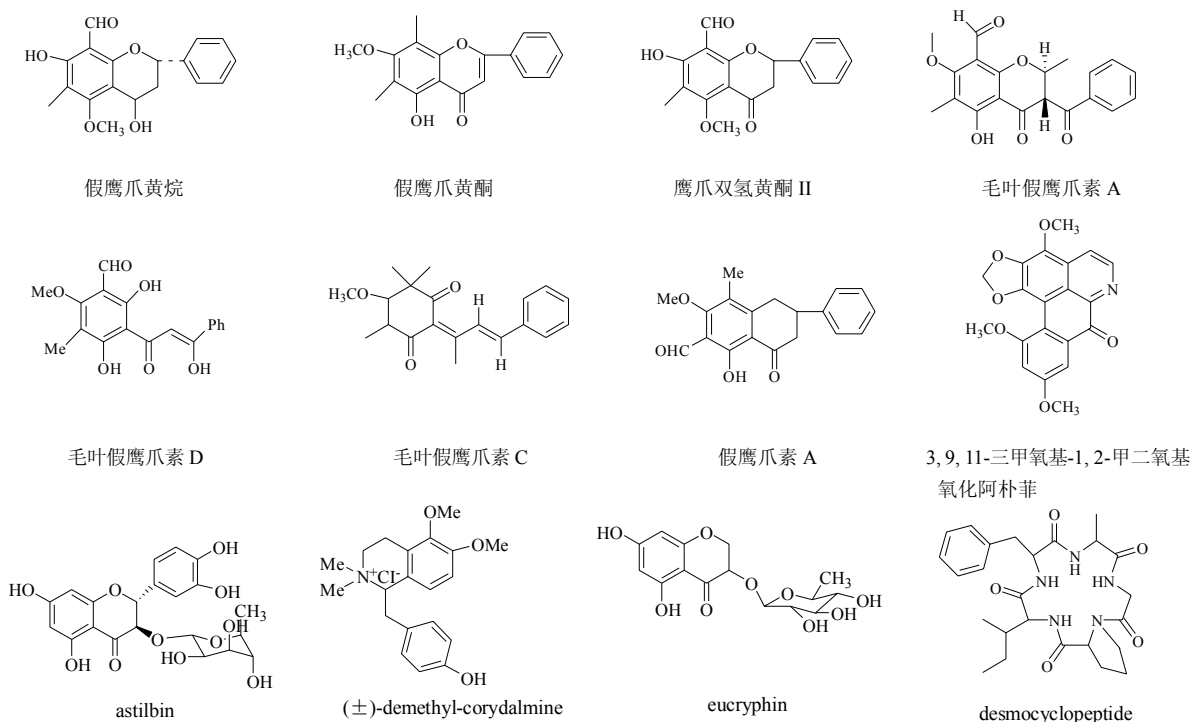


图 2 假鹰爪属植物中的化合物结构

Table 2 Structures of compounds from plants in *Desmos* Lour.

3 药理活性

3.1 皂帽花属植物的药理活性

从黄花皂帽花中获得的 4 个番荔枝内酯化合物对 KB、L1210、LNCaP 和 SK-OV-3 4 种肿瘤细胞株均表现出细胞毒活性, 其中对细胞株 L1210 的细胞毒活性最为显著 (sootepensin B、tonkinin C 和 tonkinesin C 的 ED_{50} 为 3×10^{-4} $\mu\text{g/mL}$, sootepensin A 的 ED_{50} 为 3×10^{-3} $\mu\text{g/mL}$), 对细胞株 KB、LNCaP

和 SK-OV-3 的 ED_{50} 均大于 3.16 $\mu\text{g/mL}$ 。构效关系表明呋喃环的空间结构对化合物的活性有很大的影响, sootepensin A 中呋喃环为顺式构型, 活性比反式构型要小^[13]。

从黄花皂帽花中分离得到的双苯吡酮类化合物 sootepenseone 对多种肿瘤细胞株具有抑制活性, 且毒性小, 对比试验表明, 其毒性是放线菌素 D (dactinomycin D) 的 1%, 长春花碱 (vinblastin) 的

1/16, 分别比阿霉素 (adriamycin) 和博来霉素 (bleomycin) 的毒性低 60% 和 20%; 采用 MTT 法研究 sootepenseone 对 KB、L1210、SK-OV-3 和 LNCAP 5 种肿瘤细胞株的体外抗肿瘤活性, 结果显示 sootepenseone 对 5 种肿瘤细胞均有显著活性 ($ED_{50} < 1.74 \mu\text{g/mL}$), 且其对 KB 肿瘤细胞株的抑制活性大于长春花碱 (13%) 以及放线菌素 D (40%), 与博来霉素 (53%) 的活性相似; 对肿瘤细胞 MCF-7 的抑制试验结果表明, sootepenseone 具有与阿霉素一样的活性, 两者均为 41%, 而博来霉素、长春花碱和放线菌素 D 对 MCF-7 细胞株没有抑制活性^[11]。

从皂帽花中得到的 A 环全取代黄酮 dasytrichone, 对致癌物 benzo[a]pyrene (B[a]P) 的代谢有显著的抑制活性。Dasytrichone 抑制 B[a]P (仓鼠胚胎细胞) 转化为水溶性成分的实验中, 药物质量浓度为 $20 \mu\text{g/mL}$ 时转化率降低了 43%, $10 \mu\text{g/mL}$ 时降低了 23%。构效关系表明, 在 C-5、7 位同时羟基或甲氧基取代且 C-2、3 位具有双键是该化合物的药效基团^[8]。

3.2 假鹰爪属植物的药理活性

药理活性研究表明假鹰爪属植物中的化学成分具有广泛的生物活性, 如抗肿瘤活性、抗艾滋病病毒 (HIV) 活性、抗菌活性、免疫抑制活性以及抗疟活性等。

3.2.1 抗肿瘤活性 从毛叶假鹰爪中得到的毛叶假鹰爪素 B 及其全合成衍生物对 KB-VIN (对长春新碱耐药的鼻咽癌细胞) 显示出较好的抑制作用, ED_{50} 值为 $2.0 \mu\text{g/mL}$; 但对鼻咽癌细胞 KB 却没有明显的活性 ($ED_{50} > 40 \mu\text{g/mL}$)^[25]。从该植物中得到的另一个化合物毛叶假鹰爪素 C 及其合成衍生物对乳腺癌细胞 MCF-7、骨癌细胞 HOS、卵巢癌细胞 IA9、回盲肠癌细胞 HCT-8、鼻咽癌细胞 KB、KB-VIN 6 种癌细胞均有抑制作用, 其 ED_{50} 值分别为 3.8、2.5、4.0、5.0、6.5 和 $5.6 \mu\text{g/mL}$ ^[26-27]。

3.2.2 抗 HIV 活性 吴久鸿等^[28]以体外培养的 H9 淋巴细胞为研究对象, 对从假鹰爪属植物中得到的多种化合物进行了抗 HIV 活性筛选, 结果发现毛叶假鹰爪素 D 的 IC_{50} 值为 $10.7 \mu\text{g/mL}$, EC_{50} 值为 $0.022 \mu\text{g/mL}$, 其治疗指数 TI 为 489, 在天然产物中显示了很强的抗 HIV 活性。

3.2.3 抗菌活性 Qais 等^[29]研究表明假鹰爪 95% 乙醇提取物的氯仿萃取部分具有明显的抗菌活性,

但不能抑制链球菌。Kummee 等^[30]研究表明假鹰爪叶的氯仿提取物对多种微生物显示出抑制活性, 其 MIC 值为 $500 \sim 1\ 000 \mu\text{g/mL}$, 己烷和氯仿的提取物显示出最强的抑菌活性, 其 MIC 值为 $31.25 \sim 62.50 \mu\text{g/mL}$ 。

3.2.4 免疫抑制活性 van Kiem 等^[31]从假鹰爪中得到的化合物 negletein 和 2', 3'-dihydroxy-4', 6'-dimethoxydihydrochalcone 对转录因子 NFAT (nuclear factor of activated T cells) 显示出较强的抑制作用, 其 IC_{50} 值分别为 (3.89 ± 0.39) 、 $(9.77 \pm 0.26) \mu\text{mol/L}$, 而 2-methoxybenzyl benzoate 表现出中等强度的抑制活性, IC_{50} 值为 $(28.4 \pm 2.62) \mu\text{mol/L}$ 。

3.2.5 抗疟原虫活性 Nguyen 等^[32]从喙果假鹰爪 (原名喙果皂帽花) 中分离到的生物碱 discretine N-oxide、discretine 和 dehydrodiscretine 对恶性疟原虫 *Plasmodium falciparum* 显示出较强的活性, IC_{50} 值分别为 4.2、1.6 和 $0.9 \mu\text{mol/L}$ 。

4 讨论

假鹰爪属植物的黄酮类化合物多为 A 环全取代、B 环未取代且大部分结构中具有甲酰基取代, 因而该成分可作为假鹰爪属植物的特征成分。而 Liu 等^[8]和周立东等^[9]从皂帽花属植物中得到了 A 环全取代黄酮类化合物, 并且周立东等^[9]从喙果皂帽花中得到的 lawinal、isounonal 和 unonal 3 个化合物均为 A 环具有醛基黄酮类化合物。2009 年 Nguyen 等^[12]从喙果皂帽花中得到的 desmorostratone 同样为 A 环全取代黄酮类化合物, 从化学分类学的角度来看, 在一定程度上支持两属合并的观点。

因而对皂帽花属植物进行更深入的化学成分研究, 无论是从化学分类学上进一步探讨皂帽花属与假鹰爪属的分类学关系, 还是从中发现具有活性的先导化合物都具有重要的意义。

参考文献

- [1] 蒋英, 李秉滔. 中国植物志 (第 30-2 卷) [M]. 北京: 科学出版社, 1979.
- [2] 吴久鸿, 蓝传青, 宓鹤鸣, 等. 中国假鹰爪属植物资源调查与原植物鉴定 [J]. 中草药, 2000, 31(4): 289-291.
- [3] 李秉滔. 番荔枝科假鹰爪属与皂帽花属的分类学关系评注——兼论皂帽花属的归属问题 [J]. 华南农业大学学报, 1993, 14(3): 154-156.
- [4] 李秉滔. 亚洲番荔枝科植物新资料 [J]. 广西植物, 1993, 13(4): 311-315.
- [5] 侯学良. 中国番荔枝科植物分类学研究 [D]. 广州: 华南农业大学, 2003.

- [6] 孙同兴, 吴 鸿, 李秉滔, 等. 中国假鹰爪属和皂帽花属植物叶的形态结构及其分类学意义 [J]. 植物分类学报, 2002, 40(5): 385-395.
- [7] Wang J. *Systematics and Phylogeny of Dasymaschalon (Annonaceae)* [D]. Hong Kong: The University of Hong Kong, 2009.
- [8] Liu Y L, Ho D K, Cassady J M, *et al.* Dasytrichone, a novel flavone from *Dasymaschalon trichophorum* with cancer chemopreventive potential [J]. *Nat Prod Res*, 1992, 1(3): 161-165.
- [9] 周立东, 余竞光, 郭 伽, 等. 喙果皂帽花中的 A 环具醛基黄酮类成分和氧化阿朴菲类生物碱 [J]. 中国中药杂志, 2001, 26(1): 39-40.
- [10] Sinz A, Matusch R, Santisuk T, *et al.* Flavonol glycosides from *Dasymaschalon sootepense* [J]. *Phytochemistry*, 1998, 47(7): 1393-1396.
- [11] Santisuk T, Noessner G, Schmidt J, *et al.* Novel xanthone compounds, their preparation and use as medicament [P]. European: EP99112553, 2001-01-03.
- [12] Nguyen N T, Pham V C, Litaudon M, *et al.* Novel cyclopeptide and unique flavone from *Desmos rostrata*. Total synthesis of desmorostratone [J]. *Tetrahedron*, 2009, 65: 7171-7176.
- [13] Sinz A, Matusch R, Witte L, *et al.* Alkaloids from *Dasymaschalon sootepense* [J]. *Biochem System Ecol*, 1998, 26: 933-934.
- [14] Sinz A, Matusch R, Thomas K, *et al.* Novel acetogenins from the leaves of *Dasymaschalon sootepense* [J]. *Helv Chim Acta*, 1998, 81: 1608-1615.
- [15] 廖时萱, 韩公羽, 张班茹, 等. 假鹰爪根化学成分的研究 [J]. 药学学报, 1989, 24(2): 110-113.
- [16] 郝小燕, 商立坚, 郝小江. 假鹰爪的黄酮成分研究 [J]. 云南植物研究, 1993, 15(3): 295-298.
- [17] 吴久鸿, 廖时萱, 梁华清, 等. 假鹰爪根中黄酮成分的分离鉴定 [J]. 药学学报, 1994, 29(8): 621-623.
- [18] 吴久鸿, 廖时萱, 梁华清, 等. 假鹰爪根中新双氢黄酮的分离鉴定 [J]. 第二军医大学学报, 1995, 16(1): 69-70.
- [19] Wu J H, Mao S L, Liao S X, *et al.* Desmosdumotin A, a new compound from *Desmos dumosus* [J]. *J Chin Pharm Sci*, 2001, 10(1): 1-2.
- [20] 吴久鸿, 史 宁, 潘敏祥, 等. 毛叶假鹰爪根化学成分及其抗艾滋病病毒活性的研究 [J]. 中国药学杂志, 2005, 40(7): 495-497.
- [21] Wu J H, McPhail A T, Bastow K F, *et al.* Desmosdumotin C, a novel cytotoxic principle from *Dsemos dumosus* [J]. *Tetrahedron Lett*, 2002, 43(8): 1391-1393.
- [22] 施敏锋, 潘 勤, 闵知大. 假鹰爪叶的化学成分研究 [J]. 中国药科大学学报, 2003, 34(6): 503-505.
- [23] 刘雪婷, 张 琼, 梁敬钰, 等. 假鹰爪枝中新氧化阿朴菲生物碱 [J]. 中国天然药物, 2004, 2(4): 205-207.
- [24] 罗应刚, 李伯刚, 张国林, 等. 云南假鹰爪的生物碱成分 [J]. 天然产物研究与开发, 2000, 12(6): 1-5.
- [25] Nakaga-Goto K, Bastow K F, Wu J H, *et al.* Total synthesis and bioactivity of unique flavone desmosdumotin B and its analogs [J]. *Bioorg Med Chem Lett*, 2005, 15: 3016-3019.
- [26] Nakaga-Goto K, Wu J H, Lee K H, *et al.* First total synthesis of desmosdumotin C [J]. *Synth Commun*, 2005, 35: 1735-1739.
- [27] Song M Y, Wu J H, Shi N, *et al.* Synthesis of analogs of desmosdumotin C [J]. *Chin J Nat Med*, 2009, 7(6): 432-435.
- [28] 吴久鸿, 史 宁, 潘敏祥, 等. 毛叶假鹰爪根化学成分及其抗艾滋病病毒活性的研究 [J]. 中国药学杂志, 2005, 40(7): 495-497.
- [29] Qais N, Rahman M M, Rashid M A, *et al.* Antibacterial flavonoids from *Desmos chinensis* [J]. *Fitoterapia*, 1996, 67(6): 554-556.
- [30] Sopa K, Niwan I. Antimicrobial activity of *Desmos chinensis* leaf and *Maclura cochinchinensis* wood extracts [J]. *Songklanakarin J Sci Technol*, 2008, 30(5): 635-639.
- [31] van Kiem P V, Minh C V, Huong H T, *et al.* Phenolic constituents with inhibitory activity against NFAT transcription from *Desmos chinensis* [J]. *Arch Pharm Res*, 2005, 28(12): 1345-1349.
- [32] Nguyen N T, Pham V C, Litaudon M, *et al.* Anti-plasmodial alkaloids from *Desmos rostrata* [J]. *J Nat Prod*, 2008, 71: 2057-2059.