

栀子属植物化学成分的研究进展

于 洋¹, 高 昊^{2,3}, 戴 毅^{2,3}, 姚新生^{1,2,3}

(1. 沈阳药科大学中药学院, 辽宁 沈阳 110016; 2. 暨南大学中药及天然药物研究所, 广东 广州 510632;

3. 暨南大学 中药药效物质基础及创新药物研究广东省重点实验室, 广东 广州 510632)

摘 要: 栀子属植物广泛分布于东半球的热带和亚热带地区, 已被研究报道的该属植物有 20 余种。该属植物化学成分多样, 包括单萜、三萜、黄酮、藏红花素、有机酸及挥发油等成分。系统的总结了栀子属植物的化学成分研究进展, 为该属植物的进一步研究开发提供参考。

关键词: 栀子属; 环烯醚萜类; 三萜类; 黄酮类

中图分类号: R284

文献标识码: A

文章编号: 0253-2670(2010)01-0148-06

Advances in studies on chemical constituents in plants of *Gardenia Ellis*

YU Yang¹, GAO Hao^{2,3}, DAI Yi^{2,3}, YAO Xin-sheng^{1,2,3}

(1. School of Chinese Materia Medica, Shenyang Pharmaceutical University, Shenyang 110016, China; 2. Institute of Traditional Chinese Medicine and Natural Products, College of Pharmacy, Jinan University, Guangzhou

510632, China; 3. Guangdong Province Key Laboratory of Pharmacodynamic Constituents

of TCM and New Drugs Research, Jinan University, Guangzhou 510632, China)

Key words: *Gardenia Ellis*; iridoids; triterpenoids; flavonoids

茜草科(Rubiaceae)栀子属(*Gardenia Ellis*)植物广泛分布于东半球的热带和亚热带地区, 全世界约有 250 种。《中国植物志》记载我国有 5 种, 其中 1 变种, 主要分布于中部以南各省区。对栀子属植物化学成分的系统研究源于 20 世纪 60 年代末, 迄今为止, 已被研究报道的该属植物有 20 余种, 主要集中于栀子 *Gardenia jamosides Ellis* 等几种植物。该属植物化学成分多样, 包括单萜(主要是环烯醚萜)、三萜、黄酮、藏红花素、有机酸及挥发油等成分。多年来, 人们对该属植物的环烯醚萜、藏红花素等成分展开了广泛的研究, 取得众多成果。在此基础上, 本文根据国内外对栀子属植物化学成分的研究概况, 重点以结构类型进行分类, 对该属植物的化学成分进行总结。

1 栀子属植物在我国的概况

栀子属植物属于龙胆目(Gentianales)茜草科, 为灌木或少数为乔木, 原产于我国, 多野生于低海拔红壤土地温暖阴湿处, 是一种酸性土壤指示植物。《中国植物志》记载该属植物我国有 5 种, 分别为栀子 *G. jamosides Ellis*、海南栀子 *G. hainanensis Merr.*、狭叶栀子 *G. stenophylla Merr.*、匙叶栀子 *G. angkorensis Pitard*、大萼栀子 *G. sootepensis Hutchins.*^[1]。而经过药源调查和商品药材的收集鉴定, 发现我国栀子属植物, 除上述的 5 种外, 还有水栀子 *G. jamosides Ellis f. logocarpa Z. W. Xie et Okada*、大花栀子 *G. jamosides Ellis var. grandiflora Nakai*、重瓣栀子 *G.*

jamosides Ellis var. fortuniana (Lindl.) Hara、雀舌栀子 *G. jamosides Ellis var. radicans (Thunb.) Makino* 和花叶栀子 *G. variegata Carr.*^[2]。调查分析发现栀子为主流品种, 其次为水栀子, 其他仅为民间用药或作为庭院观赏植物^[2]。栀子作为我国传统中药, 历代本草均有记载。常以果实入药, 其性寒, 味苦, 归心、肺、三焦经, 具有泄火除烦、清热利尿、凉血解毒之功效。

2 化学成分

2.1 环烯醚萜类: 环烯醚萜类成分为栀子属植物的特征性成分, 目前, 从该属植物中分离得到了近 30 种环烯醚萜苷。1998 年以前, 曾报道从栀子属植物中共得到该类成分 12 个, 包括京尼平苷(1)、栀子苷(2)、京尼平-1-β-龙胆二糖苷(3)、山栀子苷(4)、去乙酰车叶草苷酸甲酯(5)、栀子酮苷(6)、鸡屎藤次苷甲酯(7)、10-乙酰京尼平苷(8)、海芒果醛(cerbinal)(9)、车叶草苷(10)、6-O-*E* 香豆酰基京尼平龙胆二糖苷(11)、栀子酸(12)。在此基础上, 本文总结了 1998 年至今从该属植物中分离鉴定的环烯醚萜类化合物。发现报道基本集中于对栀子果实的研究, 新发现的化合物多以京尼平苷为母体, 区别仅在于取代基团的不同。近年来, 又相继发现了一系列连有 C₆-C₃ 片段的环烯醚萜苷。1998—2003 年, Machida 等^[3,4]报道了从栀子果实中发现的 6α-丁氧基京尼平苷(13)和 6β-丁氧基京尼

收稿日期: 2009-06-05

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(30701047); 教育部科学技术研究重点项目(208173)

作者简介: 于 洋(1982—), 女, 黑龙江省齐齐哈尔市人, 博士研究生, 研究方向为天然产物的活性成分研究。

E-mail: 1018yuyang@163.com

*通讯作者 姚新生 Tel: (020) 85225849 E-mail: yaoxinsheng@vip.tom.com

平苷(14);从 *G. jasminoides* cv. *fortuneana* Hara 的叶中发现 7,8-表-8 α -二氢京尼平苷(15)和 8-epiapodantheroside(16)以及 galioside(17)、ixoroside(18)、8-甲氧基水晶兰苷甲酯(19)、6-甲氧基鸡尿藤次苷甲酯(20)、6-甲氧基去乙酰车叶草苷酸甲酯(21)等新环烯醚萜苷,并通过药理学实验证明化合物 13 和 18 具有免疫抑制作用。2005—2008 年,研究学者对栀子果实

化学成分进行研究,先后发现了 gardaloside(22)、7 β -hydroxysplendoside(23)、mussaenosideic acid(24)^[5],以及具有 C₆-C₃ 取代基的新环烯醚萜苷 6'-O-*E*-芥子酰基京尼平苷(25)^[6],4'-O-*E*-香豆酰基京尼平龙胆二糖苷(26)、6'-O-*E*-咖啡酰基去乙酰车叶草苷酸甲酯(27)、6'-O-*E*-芥子酰基栀子酮苷(28)^[7]等成分。具体结构式见图 1。

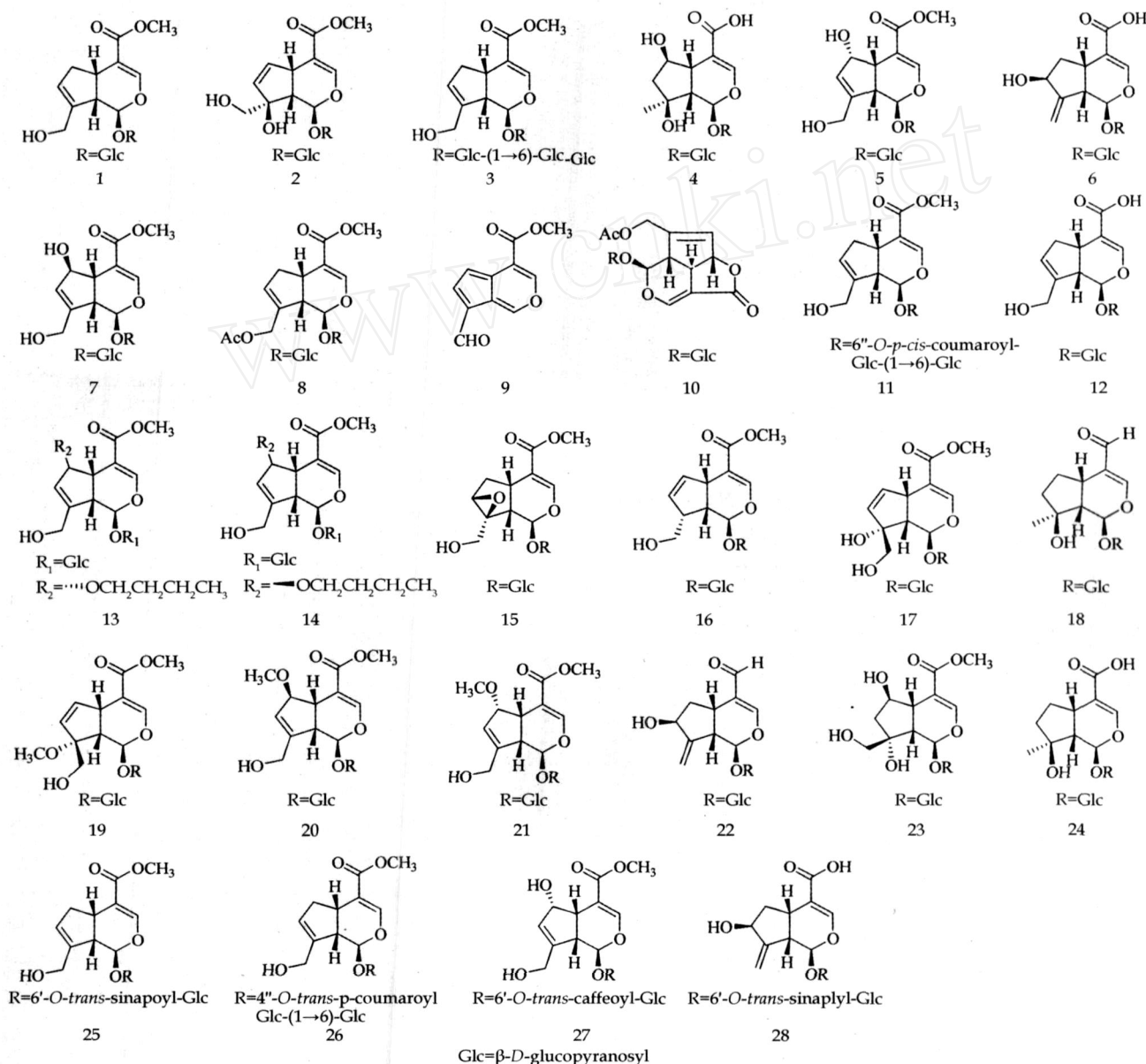


图 1 栀子属植物中的环烯醚萜类成分

Fig. 1 Iridoids in plants of *Gardenia* Ellis

2.2 单萜苷类:栀子属植物中除含有环烯醚萜外,还含有大量其他类型的单萜类化合物,多年来研究学者先后报道了 20 余种单萜苷成分,主要以单环单萜苷为主。关于此类成分的研究始于 20 世纪 90 年代中期,近些年的研究报道逐渐增多。其中苦藏红花酸(29)、栀子酮(30)、栀子二醇(31)为早期的报道的单萜成分^[8];此外,1994 年,Watanabe 等^[9]从栀子花中得到了单萜二糖苷 (R)-linalyl 6-O- α -L-arabinopyr-

anosyl- β -D-glucopyranoside(32)、bornyl 6-O- β -D-xylopyranosyl- β -D-glucopyranoside(33),且化合物 33 为从本属植物中得到的唯一的链状单萜二糖苷。近年来,单萜苷 *jasminoside* A~I(34~42)^[3,5,10]和 *epijaaminoides* A(43)^[10]为集中发现的单环单萜苷,这些化合物的糖基多为葡萄糖或龙胆二糖,有关此类成分的药理活性研究较少。2008 年,Chen 等^[10]首次报道 2 个具有 C₆-C₃ 取代基的新单萜苷 6'-O-*trans*-si-

napoyljasminoside A (44) 和 6'-*O*-*trans*-sinapoyljasminoside C (45), 以及单萜苷元 jasminodiol (46)、crocusatin C (47)。除此之外, 其他类型的双环单萜苷 gardenate A (48) 和单萜生物

碱 2-hydroethyl gardenamide A (49)^[11], 以及化合物 50 ~ 52^[12] 为从该属植物中得到的为数较少的几个类型的单萜。具体结构式见图 2。

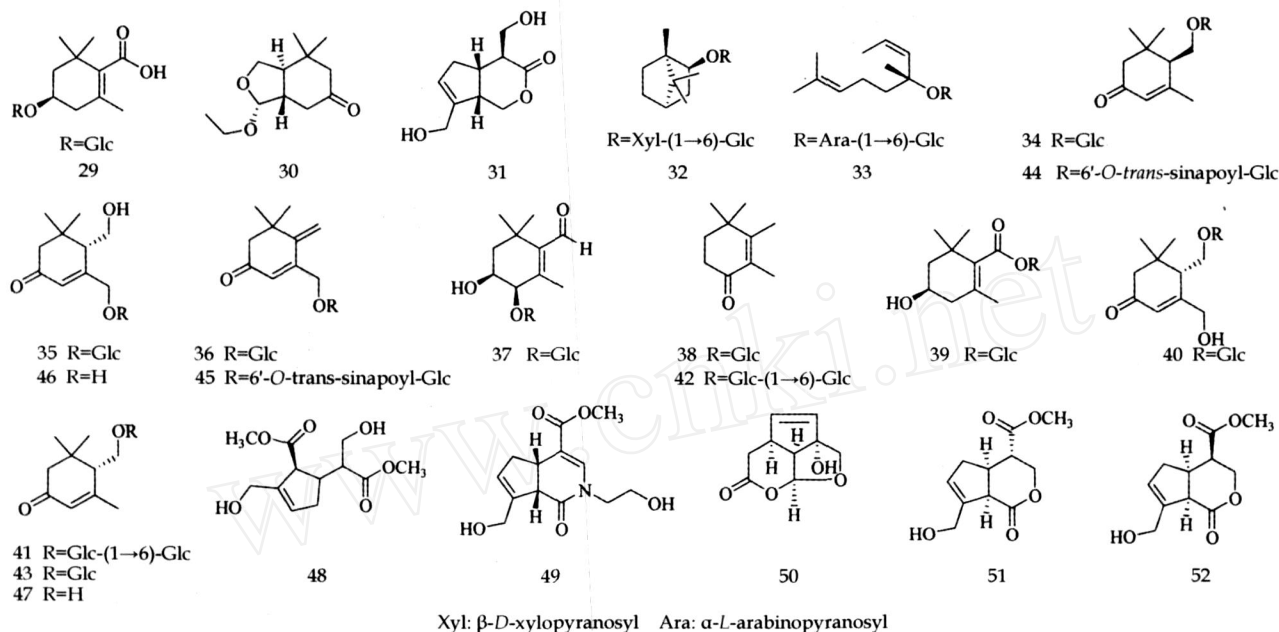


图 2 梔子属植物中的单萜类成分

Fig. 2 Monoterpenes in plants of *Gardenia Ellis*

2.3 二萜类: 梔子果实中含有大量的藏红花素类物质, 是天然色素的良好来源。此类成分除在梔子中发现外, 还大量存在于藏红花 *Crocus sativus* L. 中, 由于藏红花药材稀缺名贵, 梔子成为该类成分的良好来源。在现代工业中, 藏红花素被广泛应用于食品和化妆品等行业。随着生物学和药理学的发展, 对藏红花素的药理作用, 特别是其抗癌活性和机制的研究不断深入, 使该类成分展现出良好的应用和开发前景。目前, 通过 NMR、LC-MS 等方法从梔子属植物中检测出 18 种成分。分别为藏红花酸 (53)^[13], *E*、*Z*-藏红花素-二- β -D-龙胆二糖酯 (54、55)^[13,14], *E*、*Z*-藏红花素- β -D-龙胆二糖酯 (56、57)^[13,14], *E*、*Z*-藏红花素- β -D-龙胆二糖- β -D-葡萄糖酯 (58、59)^[13,14], *E*、*Z*-藏红花素- β -D-葡萄糖酯 (60、61)^[13,14], *E*、*Z*-藏红花素- β -D-龙胆二糖- β -D-三葡萄糖酯 (62、63)^[14], *trans*-, *cis*-crocetin (β -D-neapolitanosyl)-(β -D-gentibiosyl) ester (64、65)^[14], *trans*-crocetin di (β -D-neapolitanosyl) ester (66)^[15], *trans*-, *cis*-crocetin (β -D-neapolitanosyl)-(β -D-glucosyl) ester (67、68)^[14], *E*-藏红花素-二- β -D-葡萄糖酯 (69)^[16], neocrocins A (70)^[17]。结构见图 3。

2.4 三萜类: 梔子属植物中的三萜类成分多存在于植物的茎皮或花中, 已经报道的化合物多为环阿屯烷型的四环三萜苷元。在 1996 年, 曾有报道对梔子属植物中此类成分进行了总结, 包括棉根皂苷元酸、齐墩果酸、长春藤皂苷元、泰国树脂酸、斯皮诺素酸、3-表-泰国树脂酸、3-表-齐墩果酸乙酸酯、梔子花酸甲 (71)、梔子花酸乙 (72)、3,19-环阿屯烷-3,24-二酮 (73)、9,19-环羊毛甾-24-烯-3,23-二酮 (74)、4-去甲-9,19-环羊

毛甾-3,23-二酮 (75)。此后的 10 年中研究学者相继报道了 20 多种三萜类化合物。1996—2000 年, 从 *G. erubescens* Stapf & Hutch. 中分离得到三萜 erubescenone (76)^[18] 和 erubigenin (77)^[19]; 从 *G. coronaria* (Buchr Ham.) 和大黄梔中分离得到 coronalolide methyl ester (78)、coronalolide (79)、coronalolic acid (80)、coronalolate acetate (81)^[19]; 从 *G. obtusifolia* Roxb. ex Hook. f. 中分离得到具有细胞毒活性和 HIV-1 抑制活性的三萜 82 和 83^[20]。2003 年, Suksamrarn 等^[21] 从 *G. saxatilis* Geddes 中得到具有脂氧酶抑制活性的三萜成分 (84~92)。近年来, 从 *G. tubifera* Wall. ex Roxb. 中发现了三萜 methyl tubiferolide ester (93) 和 tubiferaoctanolide (94)^[22]; 从 *G. thailandica* Tirveng 中发现了具有 HIV-1 抑制活性的环阿屯烷三萜 thailandiol (95)、quadrangularic acid E (96)、3 β -羟基-5 α -环阿屯烷-24(31)-烯-28-酸 (97)^[23]; 在 *G. aubryi* Vieill. 中发现了 secaubryenol (98)、secaubrytriol (99)、secaubryolide (100) 及 (24S)-环阿屯烷-24,25-二醇-3-酮 (101)、coccinetane A (102) 等三萜类化合物^[24]。结构见图 4。

2.5 黄酮类: 梔子属植物的黄酮类成分主要来源于梔子花和树胶中, 目前, 除得到了两个黄酮苷以外, 其余均为苷元。1996 年, 曾有文献报道了从梔子属植物中得到的 20 种黄酮类成分 (103~122)。自 1996 年至今, 从该属植物中又发现了 20 余种黄酮类成分。Tuchinda 等^[20] 从 *G. obtusifolia* 中分离得到 4 种黄酮苷元 (123~126); 从 *G. thailandica* 中得到 4 种黄酮类化合物 (127~130)^[23]; 从 *G. tubifera* 中得到 5 种黄酮类成分 (131~135)^[22]。2006 年, Kim 等^[25] 从梔子中分离得到

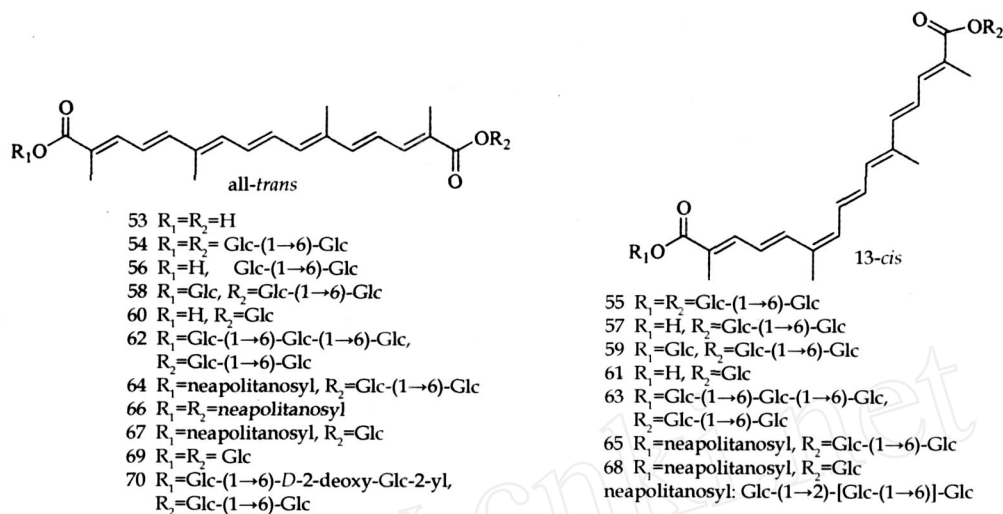


图 3 栀子属植物中的二萜类成分

Fig. 3 Diterpenes in plants of *Gardenia Ellis*

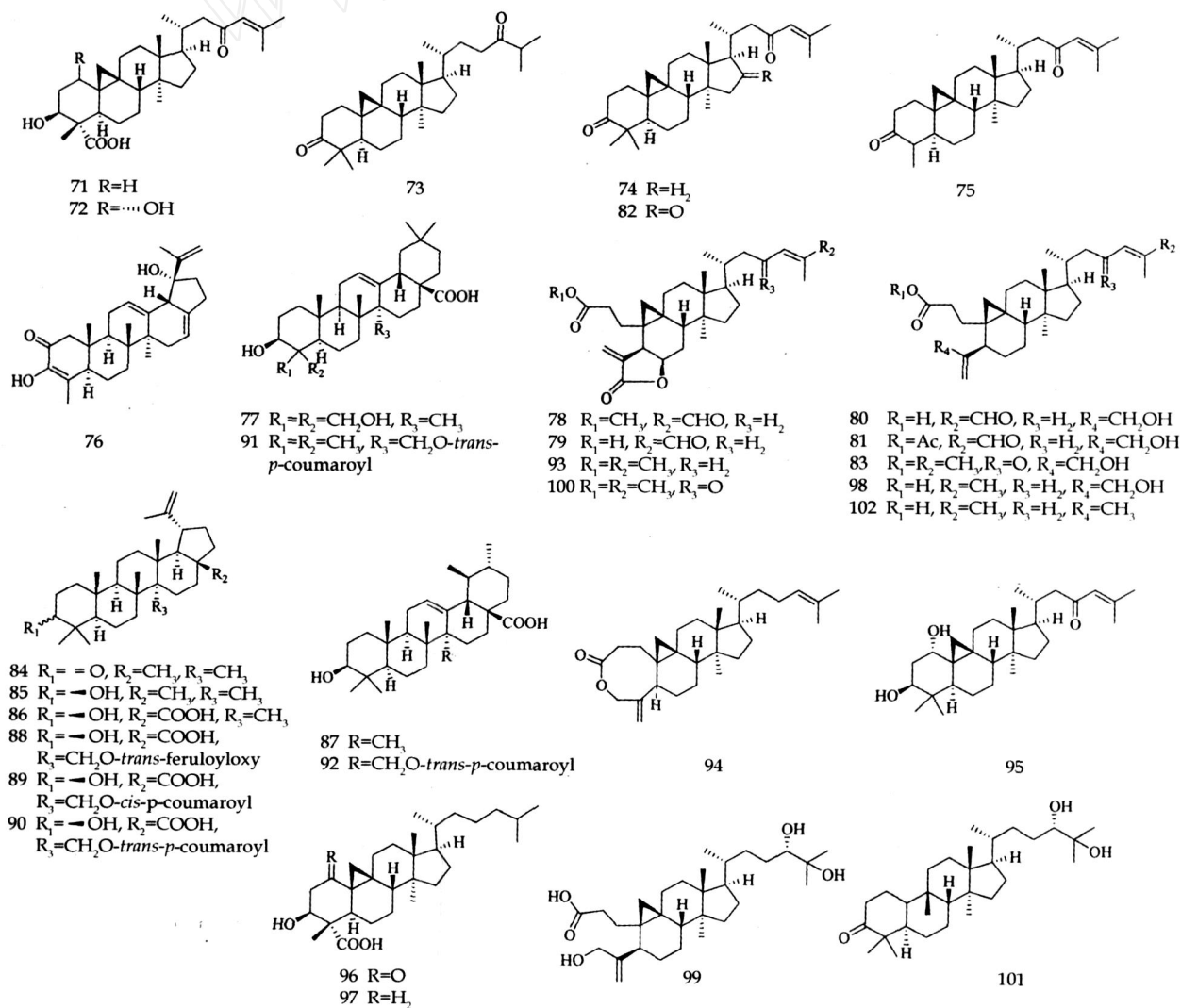


图 4 栀子属植物中的三萜类成分

Fig. 4 Triterpenes in plants of *Gardenia Ellis*

槲皮素(136)及其 3-O-葡萄糖苷(137);另有学者报道了 5,7,3',4',5'-三羟基-8,4',5'-三甲氧基黄酮(138)、5,7-二羟基-8,3',4',5'-三甲

氧基黄酮(139)^[24],以及 5-羟基-7,3',4',5'-四甲氧基黄酮(140)和 2-甲基-3,5-二羟基色元酮(141)^[26]。结构见表 1 和图 5。

表 1 梔子属植物中的黄酮类成分

Table 1 Flavonoids in plants of *Gardenia Ellis*

序号	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	R ₉	R ₁₀	序号	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	R ₉	R ₁₀
103	OCH ₃	OCH ₃	OCH ₃	OH	H	OCH ₃	OCH ₃	OCH ₃	H	H	122	H	OH	H	H	H	H	OH	H	H	H
104	OCH ₃	OCH ₃	OCH ₃	OH	H	H	OCH ₃	H	H	H	123	OCH ₃	OH	H	OH	H	H	OH	H	H	OCH ₃
105	OCH ₃	OCH ₃	OCH ₃	OH	H	OCH ₃	OCH ₃	OH	H	H	124	OCH ₃	OH	H	OH	H	OCH ₃	OH	H	H	OCH ₃
106	OCH ₃	OCH ₃	OCH ₃	OH	H	OH	OCH ₃	H	H	H	125	OCH ₃	OH	OCH ₃	OH	H	H	OH	H	H	OCH ₃
107	OCH ₃	OCH ₃	OCH ₃	OH	H	OH	OCH ₃	OH	H	H	126	OCH ₃	OCH ₃	OCH ₃	OH	H	OH	OCH ₃	H	H	OCH ₃
108	OCH ₃	OH	H	OH	H	OCH ₃	OCH ₃	OCH ₃	H	H	127	H	OCH ₃	H	OH	OCH ₃	OCH ₃	OCH ₃	OCH ₃	OCH ₃	H
109	OCH ₃	OH	H	OH	H	OCH ₃	OCH ₃	H	H	H	128	H	OH	H	OH	OCH ₃	OCH ₃	OCH ₃	OCH ₃	OCH ₃	H
110	OCH ₃	OH	H	OH	H	OH	OH	H	H	H	129	H	OCH ₃	H	OH	H	OCH ₃	OCH ₃	OCH ₃	OCH ₃	H
111	OCH ₃	OH	H	OH	H	OH	OH	OH	H	H	130	H	OH	H	OH	H	OCH ₃	OCH ₃	OCH ₃	OCH ₃	H
112	OCH ₃	OH	OCH ₃	OH	H	OH	OH	H	H	H	131	H	OCH ₃	H	OH	H	OH	OCH ₃	OH	H	H
113	H	OCH ₃	OCH ₃	OH	H	OH	OCH ₃	OH	H	OCH ₃	132	H	OH	OCH ₃	OH	H	OCH ₃	OCH ₃	OH	H	H
114	H	OCH ₃	OCH ₃	OH	H	OCH ₃	OCH ₃	OH	H	OCH ₃	133	H	OCH ₃	OCH ₃	OH	H	OCH ₃	OCH ₃	OH	H	H
115	H	OH	OH	OH	H	OCH ₃	OH	OCH ₃	H	OCH ₃	134	H	OCH ₃	H	OH	H	OH	OCH ₃	OCH ₃	H	H
116	H	OCH ₃	OCH ₃	OH	H	OCH ₃	OCH ₃	OCH ₃	H	OH	135	H	OH	OCH ₃	OH	H	H	OH	H	H	H
117	H	OCH ₃	OCH ₃	OH	OCH ₃	OCH ₃	H	OH	H	H	136	H	OH	H	OH	H	OH	OH	H	H	OH
118	H	OCH ₃	OCH ₃	OH	H	OCH ₃	OCH ₃	OCH ₃	H	H	137	H	OH	H	OH	H	OH	OH	H	H	O-Glc
119	OCH ₃	OCH ₃	OCH ₃	O-Glc	H	OCH ₃	OCH ₃	OCH ₃	H	H	138	OCH ₃	OH	H	OH	H	OH	OCH ₃	OCH ₃	H	OH
120	H	OH	OCH ₃	OH	H	H	OH	H	H	OCH ₃	139	OCH ₃	OH	H	OH	H	OCH ₃	OCH ₃	OCH ₃	H	OCH ₃
121	H	OH	H	OH	H	H	OH	H	H	OCH ₃	140	H	OCH ₃	H	OH	H	OCH ₃	OCH ₃	OCH ₃	H	H

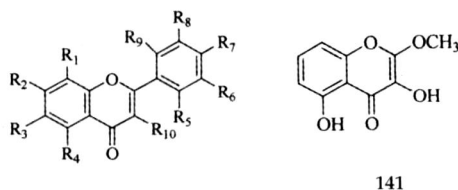


图 5 梔子属植物中的黄酮类成分结构母核

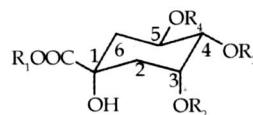
Fig. 5 Structure nucleus of flavonoids in plants of *Gardenia Ellis*

2.6 喹宁酸及其衍生物:喹宁酸类化合物广泛存在于自然界中,从梔子属植物发现近 20 种该类成分,其中包括单取代、双取代和三取代衍生物。日本学者先后从梔子中分离得到了 4 个喹宁酸衍生物(142~145),并证明了这些化合物具有脂酶抑制活性^[27~29]。王钢力等^[30]从梔子中分离鉴定了一个喹宁内酯(146)。韩国学者研究表明,喹宁酸衍生物 3-O-咖啡酰基-5-O-芥子酰基奎宁酸乙酯(147)和 4,5-O-二咖啡酰基奎宁酸(148)具有自由基清除作用,并将此发现申请了韩国专利^[31]。2006 年, Kim 等^[32]报道了 6 个喹宁酸衍生物(149~154),其中 5 个喹宁酸酯显示良好的 DPPH 自由基清除活性和抗 HIV-1 的活性。结构见图 6。

2.7 其他类型化合物:梔子属植物中除含有上述物质,还从中得到了少量的愈创木烷型倍半萜化合物(155、156)^[11,33]、木质素及木质素糖苷(157)(结构见图 7)、苯丙素糖苷^[34]等成分。

4 结语与展望

近年来,对梔子属植物化学成分研究的不断深入必将拓宽其应用范畴。梔子中特征的环境醚萜类成分至今仍是学术界研究的重点。藏红花素类成分在食品和化妆品工业中



142 R₁=H, R₂=R₃=caffeyol, R₄=3-hydroxy-methylglutaroyl

143 R₁=R₂=H, R₃=caffeyol, R₄=sinapoyl

144 R₁=R₂=H, R₃=caffeyol

145 R₁=H, R₂=R₃=caffeyol, R₄=3-hydroxy-methylglutaroyl

147 R₁=CH₂CH₂, R₂=caffeyol, R₃=H, R₄=sinapoyl

148 R₁=R₂=H, R₃=caffeyol

149 R₁=CH₂, R₂=sinapoyl, R₃=H, R₄=caffeyol

150 R₁=CH₂CH₂, R₂=H, R₃=sinapoyl, R₄=caffeyol

151 R₁=CH₂, R₂=H, R₃=sinapoyl, R₄=caffeyol

152 R₁=CH₂CH₂, R₂=H, R₃=sinapoyl, R₄=caffeyol

153 R₁=R₂=H, R₃=caffeyol

154 R₁=CH₂CH₂, R₄=caffeyol, R₂=R₃=H

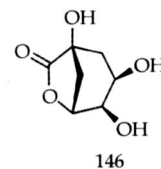


图 6 梔子属植物中的喹宁酸衍生物

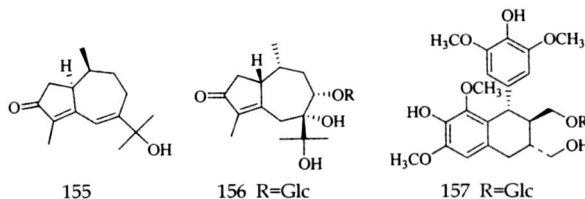
Fig. 6 Chinchonic acid derivatives in plants of *Gardenia Ellis*

图 7 梔子属植物中的倍半萜和木质素类化合物

Fig. 7 Sesquiterpene and lignins in plants of *Gardenia Ellis*

广泛应用,具有较大市场以及广阔的开发和利用前景。但对其确切的药理作用研究还有待药理学工作者的继续努力。

参考文献:

[1] 中国植物志编委会. 中国植物志 [M]. 第 71 卷. 北京:科学

- 出版社, 2005.
- [2] 付小梅, 赖学文, 葛菲, 等. 中药栀子类药材资源调查和商品药材鉴定 [J]. 中国野生植物资源, 2002, 21 (5): 23-25.
- [3] Machida K, Onodera R, Furuta K, et al. Monoterpenoids from *Gardeniae Fructus* [J]. *Chem Pharm Bull*, 1998, 46 (8): 1295-1300.
- [4] Machida K, Takehara E, Kobayashi H, et al. New iridoid glycosides from the leaves of *Gardenia jasminoides* cv. *fortuneana* Hara [J]. *Chem Pharm Bull*, 2003, 51 (12): 1417-1419.
- [5] Chang W L, Wang H Y, Shi L S, et al. Immunosuppressive iridoids from the fruits of *Gardenia jasminoides* [J]. *J Nat Prod*, 2005, 68(11): 1683-1685.
- [6] Zhou X Q, Bi Z M, Li P, et al. A new iridoid glycoside from *Gardenia jasminoides* [J]. *Chin Chem Lett*, 2007, 18(10): 1221-1223.
- [7] Fu X M, Chou G X, Wang Z T. Iridoid glycosides from *Gardenia jasminoides* Ellis [J]. *Helv Chim Acta*, 2008, 91(4): 646-653.
- [8] Takeda Y, Nishimura H, Kadota O, et al. Two further new glucosides from the fruit of *Gardenia jasminoides* Ellis forma *grandiflora* (Lour.) Makino [J]. *Chem Pharm Bull*, 1976, 24(11): 2644-2646.
- [9] Watanabe N, Nakajima R, Watanabe S, et al. Linalyl and bornyl disaccharide glycosides from *Gardenia jasminoides* flowers [J]. *Phytochemistry*, 1994, 37(2): 457-459.
- [10] Chen Q C, Youn U, Min B S, et al. Pyronane monoterpenoids from the fruit of *Gardenia jasminoides* [J]. *J Nat Prod*, 2008, 71(6): 995-999.
- [11] Machida K, Oyama K, Ishii M, et al. Terpenoids from *Gardeniae Fructus* [J]. *Chem Pharm Bull*, 2000, 48 (5): 746-748.
- [12] Ragasa C Y, Pimenta L E N, Rideout J A. Iridoids from *Gardenia jasminoides* [J]. *Nat Prod Res*, 2007, 21 (12): 1078-1084.
- [13] Van Calsteren M R, Bissonnette M C, Cormier F, et al. Spectroscopic characterization of crocetin derivatives from *Crocus sativus* and *Gardenia jasminoides* [J]. *J Agr Food Chem*, 1997, 45(4): 1055-1061.
- [14] Carmona M, Zalacain A, Sanchez A M, et al. Crocetin esters, picrocrocetin and its related compounds present in *Crocus sativus* Stigmas and *Gardenia jasminoides* fruits. Tentative identification of seven new compounds by LC-ESI/MS [J]. *J Agr Food Chem*, 2006, 54(3): 973-979.
- [15] Pfister S, Meyer P, Steck A, et al. Isolation and structure elucidation of carotenoid-glycosyl esters in *Gardenia* fruits (*Gardenia jasminoides* Ellis) and Saffron (*Crocus sativus* Linne) [J]. *J Agr Food Chem*, 1996, 44(9): 2612-2615.
- [16] Ichi T, Higashimura Y, Katayama T, et al. Analysis of crocetin derivatives from *Gardenia* (*Gardenia jasminoides* Ellis) fruits [J]. *J Jpn Soc Food Sci Tec*, 1995, 42(10): 776-783.
- [17] Uekusa Y, Sugimoto N, Sato K, et al. Neocrocetin A: a novel crocetin glycoside with a unique system for binding sugars isolated from *Gardenia yellow* [J]. *Chem Pharm Bull*, 2007, 55(11): 1643-1646.
- [18] Odelakun E A, Kogun J, Howarth O W, et al. Erubescenone, a bisnortriterpene from *Gardenia erubescens* [J]. *Fito-terapia*, 1996, 67(5): 443-446.
- [19] Silva G L, Gil R R, Cui B, et al. Novel cytotoxic ring-A seco-cycloartane triterpenes from *Gardenia coronaria* and *G. sootepensis* [J]. *Tetrahedron*, 1997, 53(2): 529-538.
- [20] Tuchinda P, Pompimon W, Reutrakul V, et al. Cytotoxic and anti-HIV-1 constituents of *Gardenia obtusifolia* and their modified compounds [J]. *Tetrahedron*, 2002, 58(40): 8073-8086.
- [21] Suksamrarn A, Tanachatchairatana T, Kanokmedhakul S. Antiplasmodial triterpenes from twigs of *Gardenia saxatilis* [J]. *J Ethnopharmacol*, 2003, 88(2-3): 275-277.
- [22] Reutrakul V, Krachangchaeng C, Tuchinda P, et al. Cytotoxic and anti-HIV-1 constituents from leaves and twigs of *Gardenia tubifera* [J]. *Tetrahedron*, 2004, 60 (7): 1517-1523.
- [23] Tuchinda P, Saiai A, Pohmakotr M, et al. Anti-HIV-1 cycloartanes from leaves and twigs of *Gardenia thailandica* [J]. *Planta Med*, 2004, 70(4): 366-370.
- [24] Grougnet R, Magiatis P, Mitaku S, et al. Seco-cycloartane triterpenes from *Gardenia aubryi* [J]. *J Nat Prod*, 2006, 69 (12): 1711-1714.
- [25] Kim H J, Kim E J, Seo S H, et al. Vanillic acid glycoside and quinic acid derivatives from *Gardeniae Fructus* [J]. *J Nat Prod*, 2006, 69(4): 600-603.
- [26] 陈红, 肖永庆, 李丽, 等. 栀子化学成分研究 [J]. 中国中药杂志, 2007, 32(11): 1041-1043.
- [27] Nishizawa M, Fujimoto Y. Isolation and structural elucidation of a new lipooxygenase inhibitor from *Gardeniae Fructus* [J]. *Chem Pharm Bull*, 1986, 34(3): 1419-1421.
- [28] Nishizawa M, Izuhara R, Kaneko K, et al. 3-Caffeoyl-4-O-sinapoylquinic acid, a novel lipooxygenase inhibitor from *Gardeniae Fructus* [J]. *Chem Pharm Bull*, 1987, 35 (5): 2133-2135.
- [29] Nishizawa M, Izuhara R, Kaneko K, et al. 5-Lipoxygenase inhibitors isolated from *Gardeniae Fructus* [J]. *Chem Pharm Bull*, 1988, 36(1): 87-95.
- [30] 王钢力, 赵淑杰, 陈德昌, 等. 大黄栀子果实化学成分研究 [J]. 中国中药杂志, 1999, 24(1): 38-39.
- [31] Jin C B, Kim H J, Lee J Y, et al. *Gardeniae Fructus* extract having free radical scavenging activity and antiviral activity, compounds isolated therefrom and use thereof [P]. KR 2004105183, 2004.
- [32] Gunatilaka A A L, Sirimanne S R, Sotheeswaran S, et al. Flavonoids of *Gardenia cramerii* and *G. fosbergii* bud exudates [J]. *Phytochemistry*, 1982, 21(3): 805-806.
- [33] Rukachaisirikul V, Naovanit S A, Taylor W C. A sesquiterpene from *Gardenia sootepensis* [J]. *Phytochemistry*, 1998, 48(1): 197-200.
- [34] Kabayashi H, Takehara E, Machida K, et al. On the chemical constituents of the leaves of *Gardenia jasminoides* Ellis cv. *fortuneana* Hara [J]. *J Tohoku Pharm Uni*, 2002, 49: 79-83.