

哥纳香属植物化学成分研究进展

左爱学, 杨艳, 朱萍, 孙贇, 饶高雄*

(云南中医学院药学院, 昆明 650500)

[摘要] 通过查阅近 40 篇文献,对 2003 年以来哥纳香属植物的化学成分进行归纳总结;该属植物所含成分结构类型主要有苯乙烯内酯、生物碱、黄酮、乙酰精宁、挥发油等;近 10 年来,从哥纳香属植物中分离鉴定了苯乙烯内酯类化合物 51 个,生物碱类化合物 40 个,黄酮类化合物 10 个,乙酰精宁类化合物 4 个、其他类化合物 23 个。该属植物的研究主要集中在苯乙烯内酯类成分的抗肿瘤作用方面;其中苯乙烯内酯类化合物哥纳香甲素已经开发成抗肿瘤一类新药;但 160 个种中,只开展了部分种的物质基础和生物活性研究工作,该属植物还有大量的研究空间。本文综述哥纳香属植物近 10 年来的化学成分研究进展,以期为其进一步研究开发提供参考。

[关键词] 哥纳香属; 化学成分; 苯乙烯内酯; 生物碱; 黄酮; 乙酰精宁

[中图分类号] R284.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2014)20-0237-06

[doi] 10.13422/j.cnki.syfjx.2014200237

Recent Progress on Chemical Constituents of *Goniothalamus* Genus

ZUO Ai-xue, YANG Yan, ZHU Ping, SUN Yun, RAO Gao-xiong*

(School of Pharmacy, Yunnan University of Traditional Chinese Medicine, Kunming 650500, China)

[Abstract] **Objective:** Chemical constituents of *Goniothalamus* genus involved summarized by retrieval literature; main chemical structure types for *Goniothalamus* gens involved styrene lactones, alkaloids, flavonoids, acetogenins, and essential oil; and 51 styrene lactones, 40 alkaloids, 10 flavonoids, 4 acetogenins were isolated from *Goniothalamus* genus; to provide a clue for the modern research work, this paper reviewed progress on

[收稿日期] 20140120(019)

[基金项目] 云南省教育厅科学研究基金项目(2012Z124C)

[第一作者] 左爱学,博士,讲师,从事天然药物活性成分研究,Tel:0871-65919635,E-mail:zuoax@163.com

[通讯作者] *饶高雄,教授,从事中药化学及中药质量控制研究,Tel:0871-65919635,E-mail:rao13987124569@qq.com

- [12] 刘贵富. 产业链基本理论研究[D]. 长春:吉林大学, 2006:113.
- [13] 倪慧君. 从价值链管理角度分析中药产业发展定位与动态升级[J]. 科技资讯,2005,26:101.
- [14] 丰志培,常向阳. 我国中药产业发展的问题与管理措施——基于产业创新理论的视角[J]. 科技管理研究,2009,8:6.
- [15] 吕文栋,逯春明,张辉. 全球价值链下构建中国中药产业竞争优势[J]. 管理世界,2005,4:75.
- [16] 马爱霞,邹子健,符一男. 我国中药产业现代化发展研究[J]. 中国医药指南,2011,9(33):412.
- [17] 陈弘. 现代中药产业竞争力与集群化研究[J]. 湖南中医药大学学报,2010,30(9):8.
- [18] 刘霁堂. 中药产业集群发展中的几对矛盾及思考[J]. 科技创业月刊,2010,8:55.
- [19] 李悦书,郜江海,刘霁堂. 中药产业集群类型及进化路径分析[J]. 科技管理研究,2010,22:151.
- [20] 陈弘. 前置条件、内在动力与多维模式选择:自中药产业集群观察[J]. 改革,2010,5:43.
- [21] 马彦. 生物医药产业价值链的整合化研究[D]. 上海:复旦大学,2007:110.
- [22] 刘霁堂. 从传统中药集散地生成现代中药产业集群[J]. 科技管理研究,2010,20:179.
- [23] 王星丽,刘永军,焦红梅,等. 我国中药产业集群调整策略探讨[J]. 中国集体经济,2011,4:57.

[责任编辑 顾雪竹]

chemical constituents of *Goniothalamus* genus.

[**Key words**] *Goniothalamus*; chemical constituents; styrene lactones; alkaloids; flavonoids; acetogenins

番荔枝科哥纳香属 *Goniothalamus* 植物约 160 种,分布在热带和亚热带地区,该属植物在南亚多个国家民间被当作治疗水肿、风湿、堕胎药物使用^[1],在我国南方省区用作镇痛和杀虫药^[2];哥纳香属植物我国产 10 种,分布于西南、华南、台湾等省区^[2];含有苯乙烯内酯、生物碱、黄酮、乙酰精宁、挥发油类等成分;苯乙烯内酯类成分具有很强的抗肿瘤和细胞毒作用,是紫杉醇之后抗肿瘤药物研究的热点领域之一;从该属植物景洪哥纳香中分离得到的景洪哥纳香甲素已经被开发成为作为一类抗肿瘤新药(景洪哥纳香甲素正在做临床前研究)^[3];2003 年,王奇志等从化学成分和生理活性方面综述了哥纳香属植物的研究进展;2003 年后,哥纳香属植物又涌现了大量具有活性的化学成分报道;迄今,从哥纳香属植物中又发现 128 个化合物,大部分为苯乙烯内酯类和生物碱,还有部分黄酮、番荔枝乙酰精宁类成分;本文参阅近 40 篇文献,对从 2003 年以后 10 年来哥纳香属植物的化学成分进行综述,为该属植物的进一步研究开发提供参考。

1 苯乙烯内酯类化合物

为该属植物特征成分,近十年分离得到 51 个苯乙烯内酯类化合物。2005 年,Lan 等从台湾哥纳香甲醇提取物中分离鉴定了 3 个新的苯乙烯内酯 digoniodiol (1), deoxygonio-pyprone A (2), goniofufurone A (3) 和 (6R, 7R, 8R)-goniodiol (4), 哥纳香甲素 (goniothalamine, 5), goniothalamine epoxide (6), goniodiol 7-monoacetate (-)-7-O-acetylgoniodiol, (7), goniodiol 8-monoacetate (8), 8-chlorogoniodiol (9), 8-methoxygoniodiol (10), 9-deoxygonioppyprone (11), goniobutenolide A (12), goniobutenolide B (13)^[4]。

2006 年,朱久香等从景洪哥纳香叶子 95% 乙醇提取物中分离得到 (+)-isoalthalactone (14), goniodiol-7-monoacetate (15), leiocarpin A (16), 哥纳香二醇 (goniodiol, 17)^[5]。Tian 等从大花哥纳香中分离得到哥纳香甲素 (5), 哥纳香二醇 (17), althalactone (18)^[6];2006 年,Lan 等从台湾哥纳香甲醇提取物的三氯甲烷萃取物中分离得到 2 个新化合物 goniothalesacetate (19), goniothalesdiol A (20) 及 goniodiol-7-monoacetate (15), goniodiol-8-monoacetate (8), leiocarpin C (21)^[7]。

2008 年,Limpipatwattana 等从老挝哥纳香 (*G. laoticus*) 茎的二氯甲烷提取物分离得到 althalactone (18), gonio-pyprone (22), goniofufurone (23), 2-epi-althalactone (24)^[8];Izaddin 等从 *G. andersonii* 中分离得到哥纳香甲素 (5)^[9]。

2009 年,Lekphrom 等从老挝哥纳香花的提取物中分离得到 (+)-3-acetylalthalactone (25), 哥纳香三醇 (26), (+)-althalactone (18), (+)-goniofufurone (23), 9-

deoxygonioppyprone (11), howiinin A (27)^[10];Pradupsri 等从 *G. maewongensis* 正己烷提取物中分离得到哥纳香二醇 (17)^[11]。

2010 年,Tai 等从 *G. tamirensis* 叶子三氯甲烷提取物中分离得到 1 个新的吡喃酮类化合物 (+)-8-epi-9-deoxygonioppyprone (28) 及 (+)-9-deoxygonioppyprone (11)、哥纳香甲素 (5)^[12]。

2011 年,Jiang 等从景洪哥纳香根皮 60% 乙醇提取物中分离得到 2 个新的呋喃吡喃型苯乙烯内酯 (+)-cheliensin A (29)、(+)-cheliensin B (30)^[13]、1 个新的呋喃吡喃型苯乙烯内酯哥纳香乙酰酯 A (乙酰哥纳香呋喃吡喃酮 A, acetylgoniofufurone A, 32)^[14]、3 个苯乙烯内酯的二聚体 gonio-lactones G-I (35 ~ 37)^[15] 及 8-epi-goniofufurone (31)^[13]、哥纳香二醇 (17)、8-表哥纳香三醇 (8-epi-goniotriol, 33)、心瓣哥纳香丁内酯 (cardiobutanolide, 34)^[14];作为首次从景洪哥纳香分离得到的呋喃吡喃型苯乙烯内酯化合物 29 和 30 可作为景洪哥纳香的化学分类学标志成分^[13];苯乙烯内酯的二聚体由两部分 styrylpyrone 组成;一个片段为 goniodiol, 另一片段为其他类型的苯乙烯内酯;goniodiol 部分是通过 8 位与另一部分连接^[15]。Tantithanaporn 等从 *G. undulatus* 根茎二氯甲烷提取物中分离得到 5-acetoxyisogoniothalamine oxide (38), O-acetylalthalactone [(+)-3-acetylalthalactone, 25], althalactone (18)^[16]。

2012 年,Zhu 等从景洪哥纳香叶子二氯甲烷提取物中分离鉴定了 goniodilactone (39)、gonioheptenolactone (40)^[17];姜苗苗等从景洪哥纳香根 60% 乙醇提取物,乙酸乙酯萃取物中分离得到新的苯乙烯内酯单乙酰双哥纳香二醇 (7-acetyl-digoniodiol, 41)^[18];Prawat 等从 *G. scortechinii* 根和叶中分离得到 1 个新的苯乙烯内酯 (-)-8-epi-9-deoxygonioppyprone acetate (42) 和哥纳香甲素 (5), goniothalamine oxide (6), 8-chlorogoniodiol (9), 哥纳香二醇 (17), (+)-althalactone (18), (-)-8-epi-9-deoxygonioppyprone (43)^[19];Kim 等从 *G. tapisoides* 树皮中分离得到 goniomycin A (44), goniomycin B (45), goniomycin C (46), 哥纳香甲素 (5), 9-deoxygonioppyprone (11)^[20];Moharam 等从 *G. tapis* 茎皮中分离得到哥纳香甲素 (5), (+)-9-deoxygonioppyprone (11), 哥纳香二醇 (17), (+)-digoniodiol (1);Moharam 等从 *G. waroides* 茎皮中分离得到哥纳香甲素 (5), (+)-gonioppyprone (22), (+)-isogonio-pyprone (47), (+)-isoalthalactone (14), goniofufurone (23)^[21];Jusoh 等从 *G. ridleyi* 中分离得到 5 β -hydroxy-goniothalamine (48)^[22]。

2013 年,Abdullah 等从马来西亚产 *G. macrophyllus* 根茎 80% 甲醇-水提取物中分离得到新化合物 goniolandrene A

(49)及哥纳香甲素(5),哥纳香二醇(17)^[23];Levrie等从*G. australis*地上部分CH₂Cl₂/CH₃OH提取物中分离得到altholactone(18),(+)-goniofufurone(23)^[24];Tran等从*G. tamirensis*叶子中分离得到新的苯乙烯内酯3,5-demethoxypiperolide(50)及9-deoxygoniopyrpyrone(11),8-epi-9-deoxygoniopyrpyrone(43),8-epi-9-deoxygoniopyrpyrone acetate(42),哥纳香二醇(17),哥纳香甲素(5)^[25];Mahiwan等从*G. marcanii*乙酸乙酯提取物中分离得到5-

hydroxy-goniothalamin(48),5-acetylgoniothalamin(51),goniopyrpyrone(22);Kampong等从*G. griffithii*地上部分正己烷和乙酸乙酯提取物中分离得到goniodiol 7-monoacetate[(-)-7-O-acetylgoniodiol,7],哥纳香甲素(5)^[26];Macabeo等从*G. gitingensis*叶子中分离得到isoaltholactone(14),altholactone(18)和goniopyrpyrone(22)^[27]。Mu等从金平哥纳香树皮95%乙醇提取物中分离得到苯乙烯内酯二聚体leiocarpin E(52)^[28]。部分代表性结构见图1。

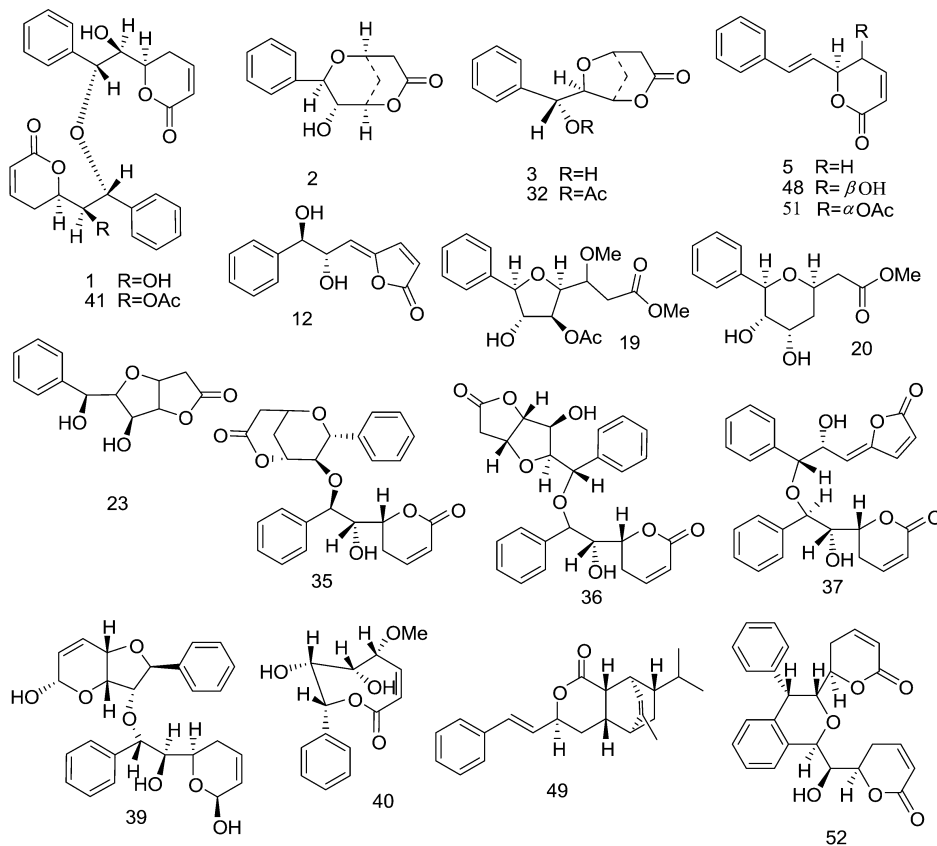


图1 哥纳香属植物中分离得到的苯乙烯内酯类化合物(1)

2 生物碱

从哥纳香属植物中分离得到生物碱类成分约40个,大多为阿朴菲型生物碱;2006年,Lan等从台湾哥纳香甲醇提取物三氯甲烷萃取物中分离得到鹅掌秋碱(liriodenine,1),griffithazanone A(2),4-methyl-2,9,10-(2H)-1-azaanthracencetrione(3),velutinam(4),aristolactam BII(5)^[7]。

2008年,Jiang等从景洪哥纳香根皮60%乙醇提取物中分离得到1个新的苯并吡啶类生物碱(3S)-2-Oxo-5,12-dimethoxy-3-hydroxy-3-methylbenz[f]indoline(6)及cepharanone B(aristolactam BII,5),cheliensisame A(7)^[29]。

2009年,Lekphrom等从老挝哥纳香花中分离得到降荷包牡丹碱(-)-nordicentrine(8)^[10]。

2010年,Tip-pyang等从老挝哥纳香茎中分离得到新的天然产物laoticuzanone A(3-methyl-1H-1-azaanthracene-2,9,10-trione,9)及4-methyl-1H-1-azaanthracene-2,9,10-trione

(3),griffithazanone A(2)^[30];Efdi等从*G. tapis*中分离得到3-methyl-1H-benz[f]indole-4,9-dione(10),scorazanone(11),methylpiperolactone(12),piperolactam B(13),aristolactam FII(14),aristolactam AIIIa(15),aristolactam AII(16),piperolactam A(17);并首次证明化合物10是微生物的代谢产物^[31]。

2012年,Prawat等从*G. scortechinii*根和叶中分离得到indolequinone(10),dielsiquinone(18)^[19];姜苗苗等从景洪哥纳香根60%乙醇提取乙酸乙酯萃取物中分离得到新生物碱景洪哥纳香胺酮(19)^[18];Kim等从*G. tapisoides*树皮中分离得到goniomicin D(20),tapisoidin(21),liriodenine(1),benzamide(22)^[20]。

2013年,Levrie等从*G. australis*地上部分CH₂Cl₂/CH₃OH提取物中分离鉴定了两个新的吡啶并香豆素生物碱goniothalines A(23),B(24),以及aristolactam AII(16),enterocarpam II(25),caldensine(26),sauristolactam(27),

(-)-anonaine (28), asimilobine (29)^[24]; Tran 等从 *G. tamirensis* 叶子中分离得到 2 个新的生物碱 goniotamirine (30), goniotamiric acid (31) 以及 (-)-*N*-normuciferine (32), (-)-norisocorydine (33), (-)-isocorydine (34), (-)-3-hydroxy normuciferine (35), (-)-*O*-methylisopiline (36),

(-)-anonaine (28), (-)-roemerine (37), (-)-roemeroline (38), (-)-boldine (39), glaumine (40), liriodenine (1)^[25]; Macabeo 等从 *G. gitingensis* 叶子中分离得到 liriodenine (1)^[27]。部分代表性结构见图 2。

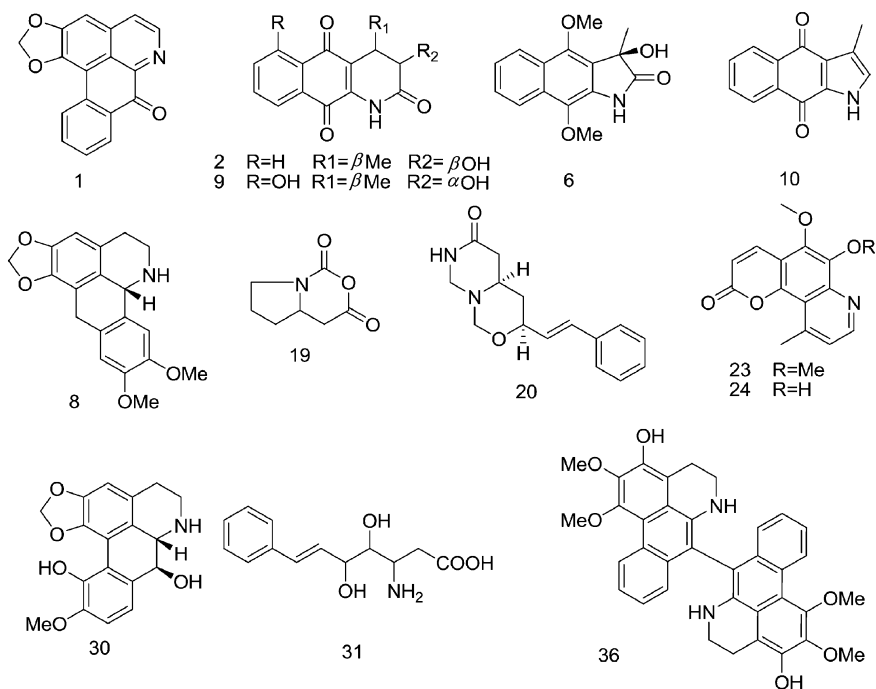


图 2 哥纳香属植物中分离得到的生物碱类化合物

3 黄酮类化合物

2006 年, Likhitwitayawuid 等从 *G. tenuifolius* 叶子提取物中分离得到新的天然产物 3'-hydroxy-3, 5, 7, 4'-tetramethoxyflavone (1), 及已知化合物 retusine (2), pachypodol (3), 5, 7, 3', 4'-四羟基-3-甲氧基黄酮 (4), 华良姜素 (5), 3, 5, 7, 3', 4'-pentamethoxyflavone (6), 4'-羟基-3, 5, 7, 3'-四甲氧基黄酮 (7); DPPH 实验证明邻位 3', 4'-二酚羟基结构对自由基清除活性是必须的^[32]。

2006 年, 2008 年, 2009 年, 2011 年, 朱久香、Lekphrom、Limpipattawattana、姜苗苗等从景洪哥纳香叶子、老挝哥纳香茎和景洪哥纳香根中分离得到松乔素 (pinocembrin, 8)^[5, 8, 10]。

2013 年, Abdullah 等从马来西亚产 *G. macrophyllus* 根茎 80% 甲醇-水提取物中分离得到松乔素 (8), linderatone (9), goniolandrene B (10)^[23]; Kampong 等从 *G. griffithii* 地上部分正己烷和乙酸乙酯提取物中分离得到松乔素 (8)^[26]。部分代表性结构见图 3。

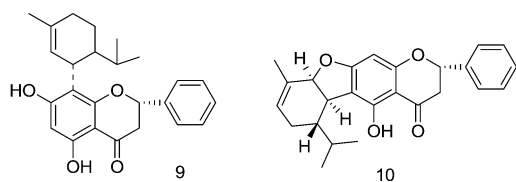


图 3 哥纳香属植物中分离得到的黄酮类化合物

4 乙酰精宁类

2011 年, Tantithanaporn 等从 *G. undulatus* 根茎二氯甲烷提取物中分离了 4 个番荔枝内酯类化合物 annonacin (1), cis-annonacin (2), goniotalamicin (3), cis-goniotalamicin (4)^[16]。部分代表性结构见图 4。

5 挥发油

Thang 等利用 GC 和 GC-MS 分析了越南产 *G. macrocalyx*, *G. albiflorus*, *G. tamirensis* 茎和叶中的挥发油; *G. macrocalyx* 叶的挥发油中 α-蒎烯 (50.0%) 含量最高, 茎的

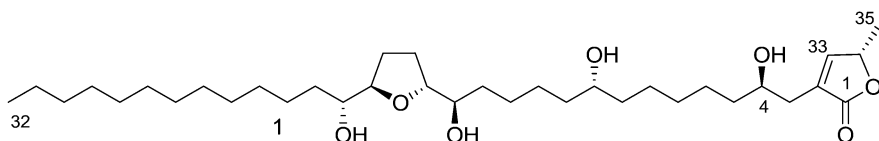


图 4 哥纳香属植物中分离得到的乙酰精宁类化合物

挥发油主要成分为 α -毕澄茄醇 (14.5%)、 β -石竹烯 (10.3%) 和硬脂酸 (8.2%); *G. albiflorus* 叶中主要成分为苯甲酸 (18.4%)、 β -石竹烯 (12.4%) 和 α -蒎烯 (10.3%); 茎中主要成分为柠檬烯 (21.2%)、 β -石竹烯 (12.8%) 和 α -水芹烯 (9.3%); *G. tamirensis* 叶子挥发油富含 α -蒎烯 (33.4%)、白千层醇 (18.5%) 和 β -石竹烯 (12.4%); 茎的挥发油富含 γ -古芸烯 (11.2%)、 β -石竹烯 (10.9%) 和杜松烯 (10.3%)^[33-34]。Jantan 等通过毛细管 GC 和 GC/MS 方法对不同产地的 *G. macrophyllus* 树皮挥发油研究发现,其所含挥发油组成几无差别,但单个成分含量差别较大^[35]。

Hisham 等利用水蒸气蒸馏法从 *G. cardiopetalus* 树皮中提取挥发油,通过 GC/MS 分析鉴定了 60 个峰中的 40 个化合物,约占 67.1%,主要成分为芳樟醇 (11.7%)、 α -蒎烯 (7.0%)、反松香芹醇 (5.2%)、氧化石竹烯 (5.0%)、松油醇 (4.9%)、俞创木醇 (4.4%)、樟脑 (3.9%)、乙酸龙脑酯 (3.9%); 该挥发油具有抗菌作用^[36]。*G. tapis* 叶子挥发油主要成分为倍半萜, α -蒎烯 23.8%, β -石竹烯 (14.4%); 树皮挥发油的主要成分为芳樟醇 (13.0%)、柠檬烯 (12.7%)、黄樟脑 (11.2%); 根茎挥发油富含香附烯 (16.2%); *G. tapisoides* 叶子、树皮、根茎挥发油几乎都是单萜,叶子挥发油含量最高的是 1,8-桉油素 (79.0%); 树皮和根茎挥发油微量成分含量差别较大^[37]。

6 其他类化合物

2010 年, Efdi 等从 *G. tapis* Miq 中分离得到 cryptomeridiol (1), merioesinol (2)^[31]、臭灵丹二醇 pterodondiol (3)^[20]; 2008 年, Limpipatwattana 等从老挝哥纳香茎中分离得到 5-hydroxy-3-amino-2-aceto-1, 4-naphthoquinone (4)^[8]; 2012 年, Prawat 等从 *G. scortechinii* 根和叶中分离得到 goniotalaminones A (5), B (6), naphthoquinone (7)^[19], 4,5-epicryptomeridiol (8)^[19]。部分代表性结构见图 5。

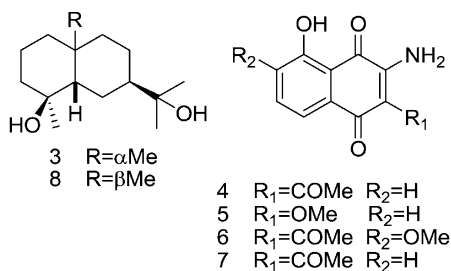


图 5 哥纳香属植物中分离得到的萜类、木脂素和萘醌类化合物

此外,从哥纳香属植物中还分离得到反式香豆酸 (9)^[32], β -谷甾醇 (10)^[10]、胡萝卜苷 (11)^[5]、甾醇 (12)^[5,21]、桂皮酸 (13)^[10]、甲基芥子酯 (14)^[30]、对香豆酸甲酯 (15)^[30]、对羟基苯乙基醚对香豆酸 (16)^[30]、原儿茶酸 (17)^[14]、松脂素 (18)^[14]、肉桂酸 (19)^[20]、对苯二甲酸二甲酯 (20)^[21]。

2008 年, Izaddin 等从 *G. andersonii* 中分离得到甾醇

(12), naphthalene (21), 大根香叶烯 D (22), α -蒎澄茄油烯 (23)^[9]。

7 结语

番荔枝科哥纳香属植物含有苯乙烯内酯、生物碱、黄酮、挥发油等成分; 该属植物的研究主要集中在苯乙烯内酯类成分的抗肿瘤作用方面; 其中苯乙烯内酯类化合物哥纳香甲素已经开发成抗肿瘤一类新药; 但 160 个种中, 只开展了部分种的物质基础和生物活性研究工作^[3], 该属植物还有大量的研究空间; 我国分布的哥纳香属植物有 10 种: 景洪哥纳香 *G. cheliensis*, 台湾哥纳香 *G. amuyon*, 哥纳香 *G. chinensis*, 田方骨 *G. donnaiensis*, 保亭哥纳香 *G. gabriacianus*, 长叶哥纳香 *G. gardneri*, 大花哥纳香 *G. griffithii*, 海南哥纳香 *G. howii*, 金平哥纳香 *G. leiocarpus*, 云南哥纳香 *G. yunnanensis*; 研究主要集中在台湾哥纳香、景洪哥纳香、大花哥纳香 3 个种, 其他 7 种开展的研究相对较少, 值得进一步开展其抗肿瘤成分与活性的相关研究。

[参考文献]

- [1] Blázquez M A, Bermejo A, Zafra-Polo M C, et al. Styryl-lactones from *Goniotalamus* species-A review [J]. *Phytochem Analysis*, 1999, 10(4):161.
- [2] 吴征镒. 新华本草纲要[M]. 上海: 上海科学技术出版社出版, 1988:71.
- [3] Wiart C. *Goniotalamus* species: a source of drugs for the treatment of cancers and bacterial infections [J]. *Evid-based Compl Alt*, 2007, 4(3):299.
- [4] Lan Y H, Chang F R, Liaw C C, et al. Digonioliol, deoxygoniopyrone A, and goniofupyrone A: three new styryllactones from *Goniotalamus amuyon* [J]. *Planta Med*, 2005, 71(2):153.
- [5] 朱久香, 余竟光, 孙兰, 等. 景洪哥纳香叶中的苯乙烯内酯类化合物 [J]. *中国天然药物*, 2006, 4(2):91.
- [6] Tian Z, Chen S, Zhang Y, et al. The cytotoxicity of naturally occurring styryl lactones [J]. *Phytomedicine*, 2006, 13(3):181.
- [7] Lan Y H, Chang F R, Yang Y L, et al. New constituents from stems of *Goniotalamus amuyon* [J]. *Chem Pharm Bull*, 2006, 54(7):1040.
- [8] Limpipatwattana Y, Tip-pyang S, Khumkratok S. Chemical constituents from the stems of *Goniotalamus laoticus* [J]. *Biochem Syst Ecol*, 2008, 36(10):798.
- [9] Izaddin S, Ee G, Rahmani M. Bioactive compound from *Goniotalamus andersonii* [J]. *Proceed Intern Sem Chem*, 2008(30/31):495.
- [10] Lekphrom R, Kanokmedhakul S, Kanokmedhakul K. Bioactive styryllactones and alkaloid from flowers of *Goniotalamus laoticus* [J]. *J Ethnopharmacol*, 2009, 125(1):47.
- [11] Pradupsri P, Loetchutinat C, Nuntasaeen N, et al. Anticancer activities of styrylpyrone from the leaves and

- twigs of *Goniothalamus maewongensis* via cell cycle arrest [J]. *Amer J Appl Sci*, 2009, 6(12):2018.
- [12] Tai B H, Huyen V T, Huong T T, et al. New pyranopyrone from *Goniothalamus tamirensis* enhances the proliferation and differentiation of osteoblastic MC3T3-E1 cells [J]. *Chem Pharm Bull*, 2010, 58(4):521.
- [13] Jiang M M, Feng Y F, Zhang X, et al. Furanofurone-type styryllactones from *Goniothalamus cheliensis* [J]. *Biochem Syst Ecol*, 2011, 39(4/6):846.
- [14] 姜苗苗, 冯毅凡, 张雪, 等. 景洪哥纳香根的化学成分研究 [J]. *中草药*, 2011, 42(2):214.
- [15] Jiang M M, Feng Y F, Gao H, et al. Three new bis-styryllactones from *Goniothalamus cheliensis* [J]. *Fitoterapia*, 2011, 82(4):524.
- [16] Tantithanaporn S, Wattanapiromsakul C, Itharat A, et al. Cytotoxic activity of acetogenins and styryl lactones isolated from *Goniothalamus undulatus* Ridl. root extracts against a lung cancer cell line (COR-L23) [J]. *Phytomedicine*, 2011, 18(6):486.
- [17] Zhu J X, Yu D L, Huang W H, et al. Goniodilactone and gonioheptenolactone, two novel cytotoxic styryllactones from the leaves of *Goniothalamus cheliensis* [J]. *Chinese Chem Lett*, 2012, 23(5):583.
- [18] 姜苗苗, 冯毅凡, 张雪, 等. 景洪哥纳香根的化学成分研究(II) [J]. *中草药*, 2011, 42(12):2386.
- [19] Prawat U, Chaimanee S, Butsuri A, et al. Bioactive styryllactones, two new naphthoquinones and one new styryllactone, and other constituents from *Goniothalamus scortechinii* [J]. *Phytochem Lett*, 2012, 5(3):529.
- [20] Kim R P T, Bihud V, Bin Mohamad K, et al. Cytotoxic and antioxidant compounds from the stem bark of *Goniothalamus tapisoides* Mat Salleh [J]. *Molecules*, 2012, 18(1):128.
- [21] Moharam B A, Jantan I, Jalil J, et al. Inhibitory effect of compounds from *Goniothalamus tapis* Miq. and *Goniothalamus uvaroides* King on platelet-activating factor receptor binding [J]. *Phytother Res:PTR*, 2012, 26(5):687.
- [22] Jusoh S, Din L B, Zakaria Z, et al. 5-Hydroxy-6-[(E)-2-phenyl-ethen-yl]-5, 6-dihydro-2H-pyran-2-one isolated from *Goniothalamus ridleyi* [J]. *Acta Crystallographica. Section E, Structure Reports Online*, 2012, 68(7):2274.
- [23] Abdullah N, Sahibul-Anwar H, Ideris S, et al. Goniolandrene A and B from *Goniothalamus macrophyllus* [J]. *Fitoterapia*, 2013, 88:1.
- [24] Lv X, Liu D, Hou J, et al. Biotransformation of imperatorin by *Penicillium janthinellum*. Anti-osteoporosis activities of its metabolites [J]. *Food Chem*, 2013, 138(4):2260.
- [25] Tran D T, Mai H D T, Pham V C, et al. Alkaloids and styryllactones from the leaves of *Goniothalamus tamirensis* [J]. *Phytochem Lett*, 2013, 6(1):79.
- [26] Kampong R, Pompimon W, Meepowpan P, et al. (-)-7-O-acetylgoniodiol as chemopreventive agent from *Goniothalamus griffithii* [J]. *Int J Chem Sci*, 2013, 11(3):1234.
- [27] Macabeo A P G, Lopez A D A, Schmidt S, et al. Antitubercular and cytotoxic constituents from *Goniothalamus gitingensis* [J]. *Rec Nat Prod*, 2014, 8(1):41.
- [28] Mu Q, He Y N, Tang W D, et al. A styrylpyrone dimer from the bark of *Goniothalamus leiocarpus* [J]. *Chinese Chem Lett*, 2004, 15(2):191.
- [29] Jiang M M, Zhang X, Dai Y, et al. Alkaloids from the root barks of *Goniothalamus cheliensis* [J]. *Chinese Chem Lett*, 2008, 19(3):302.
- [30] Tip-pyang S, Limpipatwattana Y, Khumkratok S, et al. A new cytotoxic 1-azaanthraquinone from the stems of *Goniothalamus laoticus* [J]. *Fitoterapia*, 2010, 81(7):894.
- [31] Efdi M, Fujita S, Inuzuka T, et al. Chemical studies on *Goniothalamus tapis* Miq [J]. *Nat Prod Res*, 2010, 24(7):657.
- [32] Likhitwitayawuid K, Klongsiriwet C, Jongbunprasert V, et al. Flavones with free radical scavenging activity from *Goniothalamus tenuifolius* [J]. *Arch Pharm Res*, 2006, 29(3):199.
- [33] Thang T D, Huong L T, Dai D N, et al. A comparative analysis of essential oils of *Goniothalamus macrocalyx* Ban., *Goniothalamus albiflorus* Ban. and *Goniothalamus tamirensis* Pierre ex Fin. & Gagnep. from Vietnam [J]. *Nat Prod Res*, 2013, 27(21):1999.
- [34] Moharam B A, Jantan I, Ahmad F b, et al. Antiplatelet aggregation and platelet activating factor (PAF) receptor antagonistic activities of the essential oils of five *Goniothalamus* species [J]. *Molecules*, 2010, 15(8):5124.
- [35] Jantan I b, Ahmad F b, Din L b. Chemical constituents of the bark oil of *Goniothalamus macrophyllus* Hook. f. from Malaysia [J]. *J Essent Oil Res*, 2005, 17(2):181.
- [36] Hisham A, Pathare N, Al-Saidi S, et al. The composition and antimicrobial activity of stem bark essential oil of *Goniothalamus cardiopetalus* (Bl.) Hook. f. et Thoms [J]. *J Essent Oil Res*, 2006, 18(4):451.
- [37] Ahmad F B, Moharam B, Jantan I. A comparative study of the constituents of the essential oils of *Goniothalamus tapis* Miq. and *G. tapisoides* Mat Salleh from Borneo [J]. *J Essent Oil Res*, 2010, 22(6):499.

[责任编辑 邹晓翠]