

莢蒾属植物化学成分的研究进展

孙晓蕾, 张世尧, 陈文华, 谭会颖, 苏阳, 郭宁, 徐凌川* (山东中医药大学, 济南 250000)

摘要: 莢蒾属植物化学成分种类丰富, 以 vibsane 型二萜、环烯醚萜等萜类成分为主, 还有黄酮、木脂素、酚类和植物甾醇等成分, 药用价值很高, 有较大的开发潜力。本文通过查阅和分析相关文献, 对莢蒾属植物的化学成分进行全面整理, 旨在为该属植物的进一步研究和开发利用提供参考。

关键词: 莢蒾属; 化学成分; vibsane 型二萜; 环烯醚萜; 三萜; 研究进展

中图分类号: R282.71 文献标志码: A 文章编号: 1007-7693(2020)15-1907-07

DOI: 10.13748/j.cnki.issn1007-7693.2020.15.021

引用本文: 孙晓蕾, 张世尧, 陈文华, 等. 莢蒾属植物化学成分的研究进展[J]. 中国现代应用药学, 2020, 37(15): 1907-1913.

Chemical Constituents Research Progress of the Genus *Viburnum*

SUN Xiaolei, ZHANG Shiyao, CHEN Wenhua, TAN Huiying, SU Yang, GUO Ning, XU Lingchuan* (Shandong University of Traditional Chinese Medicine, Jinan 250000, China)

ABSTRACT: There are many chemical constituents in the genus *Viburnum*, including vibsane diterpenoids, iridoid terpenoids, triterpenoids, flavonoids, lignans, phenols and phytosterols with high medicinal value and great potential for development. In this paper, the chemical constituents of genus *Viburnum* are sorted out by consulting and analyzing the relevant literature, in order to provide reference for the further research, development and utilization of this genus.

KEYWORDS: genus *Viburnum*; chemical constituents; vibsane diterpenoids; iridoid; triterpenoids; research progress

莢蒾属 (*Viburnum*) 隶属于忍冬科 (Caprifoliaceae)^[1], 全世界共有 240 多种, 分布于温带和亚热带地区, 亚洲和南美洲种类较多^[2-3]。中国莢蒾属植物约有 80 种, 分布广泛, 以西南地区为分布中心^[4-5]。莢蒾属植物多作为观赏植物, 随着对其研究的深入, 发现其还存在药用、食用等多种价值^[6-7]。据报道, 中国有 43 种莢蒾属植物可作为中药材使用^[8]。该属植物多含二萜、环烯醚萜、三萜、黄酮等化学成分, 具有抗肿瘤、抗氧化、降血糖、杀虫抗菌等多种药理作用, 可用于疗疮发热、风热感冒、淋巴结炎、跌打损伤、小儿发育不良、妇科疾病的临床治疗^[9-15]。近年来, 莢蒾属化学成分成为国内外的研究热点, 该属中复杂而新颖的化学成分被不断地分离与鉴定。因此, 有必要对其化学成分进行分类总结, 为其化学成分研究及资源的综合开发利用提供参考。

1 化学成分

1.1 二萜类成分

二萜类化合物是莢蒾属植物中的重要化学成分, 也是莢蒾属植物研究较早的成分, 有抗肿瘤、

抗炎、抗氧化等多种活性。目前, 从莢蒾属植物中分离的二萜类化合物主要包括 vibsane 型二萜^[14], hispanane 型二萜^[16]及 labdane 型二萜类化合物^[17-18]。Vibsane 型二萜是本属植物特征化合物, 包括七元型、十一元型和重排型, 其母核见图 1。

莢蒾属植物二萜类成分之间相互联系, 一定条件下, 不同成分间可相互转化。莢蒾萨亭 A(1) 和莢蒾萨亭 B(2) 是从地中海莢蒾 (*V. tinus* cv. *Variegatus*, 枝叶中分离出的 1 对 14, 15, 16, 17-四取代 vibsane 型二萜类化合物, 具有由新的 C-13/C-2 键形成的双环壬烷部分^[19]; 莢蒾萨亭 E(3) 是在一定温度下, 从七元环 vibsane 型二萜莢蒾萨亭 C(4) 中制备出来的是 1 种三环 vibsane 型二萜^[20]; viburnumoside(5) 为 1 种新的 hispanane 型二萜葡萄糖苷, 是一种含 6/6/7 三元体系七元环天然二萜类化合物^[16]; 11 元环的 vibsane 型二萜类化合物莢蒾萨亭 B(2), 重排可得到七元环衍生物莢蒾萨亭 C 及其差向异构体, 它与七元莢蒾萨亭 C(4)、莢蒾萨亭 H(6)、莢蒾萨亭 K(7)、18-O-甲基莢蒾萨亭 K(8)

基金项目: 山东省中医药科技发展计划项目(2017-530)

作者简介: 孙晓蕾, 女, 硕士生 Tel: 13012701470
E-mail: xulingchuan518@sina.com

E-mail: 17862968322@163.com *通信作者: 徐凌川, 男, 教授 Tel:

和茛菪萨亭 E(3)在 5-C 位和 10-C 位上具有反式关系^[21]。

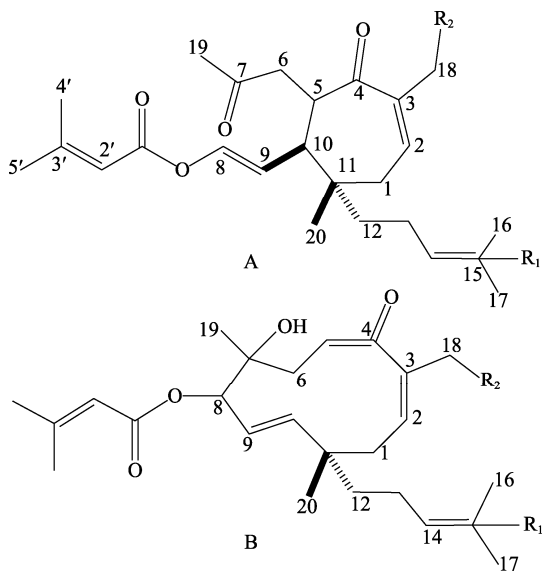


图 1 Vibsane 型二萜成分的母核结构

A—七元环型；B—十一元环型。

Fig. 1 Nucleus of vibsane diterpenoids

A—seven-membered ring; B—eleven-membered ring.

Zhang 等^[22]从珊瑚树 (*V. odoratissimum* Ker-Gawl.)中分离出 vibsanol C(9)并证实了其在肺癌细胞中的细胞毒性作用；张海芳等^[23]报道了珊瑚树中的 vibsane 型二萜能促进人肝癌 HepG2 细胞凋亡而发挥抗肿瘤作用；Zhu 等^[24]研究表明了 15-氢过氧基 vibsanol A(10)，14-氢过氧基 vibsanol B(11)和 15-O-甲基茛菪萨亭 U(12)能抑制 HSP90，有潜在抗肿瘤活性。具体内容见表 1。

表 1 二萜类成分

Tab. 1 Diterpenoids

序号	英文名称	中文名称	来源	参考文献
1	vibsatins A	茛菪萨亭 A	A	[19]
2	vibsatins B	茛菪萨亭 B	A	[19]
3	vibsanins E	茛菪萨亭 E	B,C	[20,25]
4	vibsanins C	茛菪萨亭 C	B,C	[20,26-27]
5	viburnumside		D	[16]
6	vibsanins H	茛菪萨亭 H	B,C	[21,27]
7	vibsanins K	茛菪萨亭 K	B	[21]
8	18-O-methylvibsanin K	18-O-甲基茛菪萨亭 K	B	[21]
9	vibsanol C		C	[22]
10	15-hydroperoxyvibsanol A	15-氢过氧基 vibsanol A	C	[24]
11	14-hydroperoxyvibsanol B	14-氢过氧基 vibsanol B	C	[24]
12	15-O-methylvibsanin U	15-O-甲基茛菪萨亭 U	C	[24]

注：A—*V. tinus* cv. *Variegatus*；B—*V. awabuki*；C—*V. odoratissimum*。

Note: A—*V. tinus* cv. *Variegatus*；B—*V. awabuki*；C—*V. odoratissimum*。

1.2 环烯醚萜类成分

环烯醚萜是茛菪属植物的另一特征性成分，主要存在樱叶茛菪(*V. prunifolium*)，*V. ayavacense* 和吕宋茛菪(*V. luzonicum*)中，有抗炎、保护神经等多种生物活性，其母核结构见图 2。目前从茛菪属植物中发现的环烯醚萜类成分主要以 valeriana 型环烯醚萜类为主。Valeriana 型环烯醚萜苷以结合到 11-C 位氧亚甲基上的β-D-吡喃葡萄糖基部分和 1-C 位上的酯化异戊基为特征^[28]，valeriana 型环烯醚萜类又由于 7-C 位和 8-C 位为是否存在羟基而产生的微小结构差异^[29]。7-C 位多连羟基、氢和内酯，8-C 位多连羟甲基、酰基、*p*-香豆素等，香豆素又常连接在糖基上。Fukuyama 等^[30-31]从吕宋茛菪中分离并鉴定了新的 *p*-香豆酰 valeriana 型环烯醚萜类成分(13~27)，它们的结构在 7-C 为或 10-C 位含(*E*)-或(*Z*)-*p*-香豆酰基团，8-C 位与含 *p*-香豆素的氧碳 7-C 位相连，10-C 位通过醚键与 8-C 位以及 1-C 位结合，形成了 1 个与 2 个五元环融合环烯醚结构。Valeriana 型环烯醚萜苷类糖基连接在 11-C 位上，研究也发现了糖基连接在 1-C 位的化合物——马钱苷(28)^[32]。杨国勋等^[33]从光萼台中茛菪叶中分离鉴定了 2 种新二氧杂三环癸烷骨架环烯醚萜类化学成分(29~30)，2 个化合物 10-C 位取代基不同，1-C 位原子存在差向异构。一定条件下，茛菪属植物其他环烯醚萜类成分可转化成新二氧杂三环癸烷骨架环烯醚萜类。具体内容见表 2。

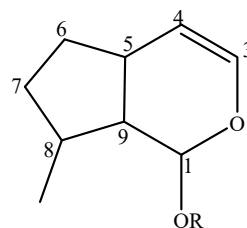


图 2 环烯醚萜类成分的母核结构

Fig. 2 Nucleus of iridoids

1.3 三萜类成分

该属植物中还存在大量的三萜类成分，主要以五环三萜为主，该类成分母核结构见图 3。目前，从茛菪属植物中分离得到的三萜类成分包括个齐墩果烷型、乌苏烷型、羽扇豆烷型和达玛烷型。在 2018 年，胡疆等^[34]首次从桦叶茛菪中分离得到 5 个新的齐墩果烷型五环三萜，包括 11α,12α-环氧蒲公英赛醇(31)、β-乙酰香树脂醇乙酸酯(32)、2α,3α-二羟基-12-烯-齐墩果酸(33)，2α-羟基齐墩果

表 2 环烯醚萜及其苷类成分

Tab. 2 Iridoids and their glycosides

编号	英文名称	中文名称	来源	参考文献
13	luzonial A		D	[30]
14	luzonial B		D	[30]
15	luzonidial A		D	[30]
16	luzonidial B		D	[30]
17	luzonoside A		D,E	[29-30]
18	luzonoside B		D	[31]
19	luzonoside C		D	[31]
20	luzonoside D		D	[31]
21	luzonoid A		D	[31]
22	luzonoid B		D	[31]
23	luzonoid C		D	[31]
24	luzonoid D		D	[31]
25	luzonoid E		D	[31]
26	luzonoid F		D	[31]
27	luzonoid G		D	[31]
28	loganin	马钱苷	F	[32]
29	4 β -hydroxy-3 β -hydroxy methyl-8 α -butoxy-10-subunitmethyl-2,9-dioxatri [4.3.1.03.7] decane	4 β -羟基-3 β -羟甲基 8 α 丁氧基-10-亚甲基基-2,9-二氧杂环戊烷[4.3.1.03.7] 癸烷	G	[33]
30	4 β -hydroxy-3 β -acetylhydroxymethyl-8 α -butoxy-10-methylene-2,9-dioxane [4.3.1.03.7] decane	4 β -羟基-3 β -乙酰羟甲基基-8 α -丁氧基-10-亚甲基-2,9-二氧六环[4.3.1.03.7] 癸烷	G	[33]

注: D-*V. luzonicum*; E-*V. ternatum*; F-*V. setigerum*; G-*V. formosanum* Hayata subsp. *leiogynum* Hsu.

Note: D-*V. luzonicum*; E-*V. ternatum*; F-*V. setigerum*; G-*V. formosanum* Hayata subsp. *leiogynum* Hsu.

酸(34)和齐墩果酸(35)。此外,还分离得到 2 个五环三萜内酯 3 β -羟基-11 α ,12 α -环氧-油酸-苯并-14-烯基棕榈酸酯(36),熊果酸-12-二烯-1 β ,3 β -二醇 3-*O*-棕榈酸酯(37),3 个乌苏烷型五环三萜 28-羟基- β -香树脂醇(38),3 β ,23-二羟基-URS-12 烯(39),坡模酸(40)和 1 个环阿尔廷烷型三萜 24-亚甲基环木菠萝烯酮(41)。此外, Ma 等^[35]从珊瑚树的地上部分中分离得到 1 个羊毛脂甾烷型四环三萜 viburodorol A(42)。

研究发现,三萜类化合物有很好的抗肿瘤活性^[36]。在 2013 年,从蒙古莪苳[*V. mongolicum* (Pall.) Rehd.]中新分离得到的非达玛烷型四环三萜显示出很强的抗肿瘤活性^[37]。2016 年, Wang 等^[38]从海南莪苳(*V. hainanense* Merr. et Chun)的乙醇提取物中新分离出 5 个非达玛烷型四环三萜 12 β -*O*-乙酰基-17 β -羟基-3,15-二氧代-20,21,22,23,24,25,26,27-十八烷(43), 12 β -羟基-17 β -甲氧基-3,15-二氧基-20,21,22,23,24,25,26,27-十八烷(44), 12 β -*O*-乙酰基-3,15-二氧-17-烯-20,21,22,23, 24,25,26,27-十八烷(45), 12 β -羟基-15 α -*O*-乙酰基-3-氧-17-烯-20,21,22,23,24,25,26,27-十八烷(46)和 3-羟基-17-

氧代-12-烯-20,21,22,23,24,25,26,27-十八烷(47)。化合物 43、44、45、46 对人喉表皮样癌细胞 Hep-2、人皮肤磷癌细胞 SCL-1、人舌磷癌细胞 CAL-27、人咽头癌胸水转移细胞 Detroit-562、人口腔鳞状细胞癌细胞 SCC-PKU 和人口腔鳞癌细胞 TCA-83 均显示出抑制活性;其中,化合物 43、45 显示出强毒性, $IC_{50} < 10 \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 以下。这进一步表明了该属植物潜在的抗肿瘤活性,显示出其在天然抗肿瘤药开发利用中的重要性。

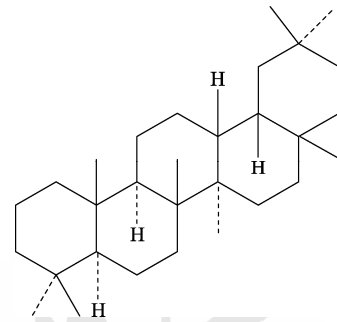


图 3 三萜类成分的母核结构
Fig. 3 Nucleus of triterpenoid

1.4 黄酮类成分

黄酮类成分也存在于本属植物中,聚花莪苳(*V. glomeratum* Maxim.)、鸡树条莪苳(*V. sargentii* Koehne var. *calvescens* Rehd.)和欧洲莪苳(*V. opulus* Linn.)中此类成分较多,有很强的抗氧化活性^[39],其母核结构见图 4。目前从莪苳属植物中共分离并鉴定了 15 个黄酮类成分,其中包括木犀草素(48)、忍冬苷(49)、5,7,4'-三羟基黄酮-8-C- β -D-吡喃葡萄糖(50)和槲皮素-3-*O*-芸香糖苷(51)4 个黄酮^[40-41]; 5,7-二羟基-4'-甲氧基-黄烷酮(8 \rightarrow 3')-5,7-二羟基-4'-甲氧基黄酮(52)和二氢槲皮素(53)2 个二氢黄酮^[32,42];儿茶素(54)、(-)-表儿茶素(55)和(+)-表儿茶素(56)3 个黄烷-3-醇^[32,40,43];南方贝壳杉双黄酮(57)1 个双黄酮^[41];花青素(58)、矢车菊素-3-桑布双糖苷(59)和氯化矢车菊素-3-葡萄糖苷(60)3 个花色素类^[44-45];穗花杉双黄酮(61)1 个异黄酮^[46-48];槲皮素(62)1 个黄酮醇^[49]。糖基主要连接在 7-C 位和 3-C 位,7-C 不连糖基多为-OH,在 5-C 位均连-OH,4-C 位多连有-OH、少数连有-OCH₃,3-C 位多连有-OH,3'-C 多为-OH 或-OCH₃所取代;所连糖基以单糖为主,少数为双糖。先前的研究报道了穗花杉双黄酮(61)对乙酰胆酯酶的抑制活性,说明了假药中黄酮类成分有很好的抗氧化能力,值得进一步深入研究。

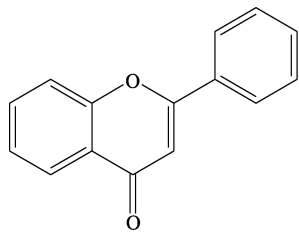


图4 黄酮类成分的母核结构

Fig. 4 Nucleus of flavonoids

1.5 木脂素类成分

本属所含木脂素类成分主要以单环氧类和苯并呋喃类为主，其母核结构见图5。单环氧类多存在7-O-7'或9-O-9'或7-O-9'等四氢呋喃结构；苯并呋喃类5'位与8位直接连接，4'位和7位通过醚键连接，形成一个呋喃环，两者大都在3位、3'位、4位、4'位连有-OH或-OCH₃。目前从本属植物中分离得到16个单环氧木脂素(63~78)^[14,32,50-52]，14个苯并呋喃木脂素(79~92)^[50-51,53-54]，具体见表3。

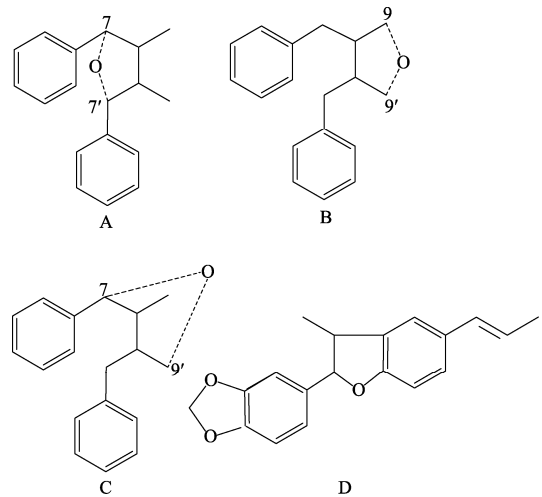


图5 木脂素类母核结构

A-7-O-7'单环氧类木脂素；B-9-O-9'单环氧类木脂素；C-7-O-9'单环氧类木脂素；D-苯并呋喃类木脂素。

Fig. 5 Nucleus of Lignan

A-7-O-7' monoepoxy lignans; B-9-O-9' monoepoxy lignans; C-7-O-9' monoepoxy lignans; D-benzofuran lignan.

表3 木脂素类成分

Tab. 3 Lignans

编号	英文名称	中文名称	来源	参考文献
63	(7'R,8S,8'S)-3,5'-dimethoxy-3',4,8',9'-tetrahydroxy-7',9'-epoxy-8,8'-lignan	(7'R,8S,8'S)-3,5'-二甲氧基-3',4,8',9'-四羟基-7',9'-环氧-8,8'-木脂素	H	[51]
64	viburesinol	洋地黄醇	H	[51]
65	(7αH,8'αH)-4,4',8α,9-tetrahydroxy-3,3'-dimethoxy-7,9'-epoxylignan	(7αH,8'αH)-4,4',8α,9-四羟基-3,3'-二甲氧基-7,9'-环氧化物	F	[32]
66	(7αH,8'αH)-4,4',8α-trihydroxy-3,3',9-trimethoxy-7,9'-epoxylignan	(7αH,8'αH)-4,4',8α-三羟基-3,3',9-三甲氧基-7,9'-环氧化物	F	[32]
67	(-)-secoisolariciresinol	开环异落叶松脂素	F	[32]
68	(7R,7'R,8R,8'S)-3,3'-dimethoxy-7,7'-epoxylignane-4,4',9,9'-tetraol	(7R,7'R,8R,8'S)-3,3'-二甲氧基-7,7'-环氧乙烷-4,4',9,9'-四醇	F	[32]
69	(7αH,8αH,8'βH)-4,4',7'α,9-tetrahydroxy-3,3'-dimethoxy-7,9'-epoxylignan	(7αH,8αH,8'βH)-4,4',7'α,9-四羟基-3,3'-二甲氧基-7,9'-环氧化物	F	[32]
70	(+)-9'-O-seneciolyllariciresinol	(+)-9'-O-塞内齐拉里树脂醇	C	[50]
71	(+)-9'-O-isovalerylliciresinol	(+)-9'-O-异戊烯基树脂醇	C	[50]
72	3,4,4'-trihydroxy-3',9-dimethoxy-9,9'-epoxylignan	3,4,4'-三羟基-3',9-二甲氧基-9,9'-环氧化物	I	[52]
73	3,4'-dihydroxy-3',4,9-trimethoxy-9,9'-epoxylignan	3,4'-二羟基-3',4,9-三甲氧基-9,9'-环氧化物	I	[52]
74	4,4'-dihydroxy-3,3',9-trimethoxy-9,9'-epoxylignan	4,4'-二羟基-3,3',9-三甲氧基-9,9'-环氧化物	I,J	[14,52]
75	8,9-epoxy-lariciresinol	8,9-环氧-lariciresinol	J	[14]
76	5,4',8-trihydroxy-3,3'-dimethoxy-8-chloromethylene-7,9'-epoxylignan	5,4',8-三羟基-3,3'-二甲氧基-8-氯亚甲基-7,9'-环氧乙烷	J	[14]
77	4,4,7,7-tetrahydroxy-3,3'-dimethoxy-9,9'-epoxylignan	4,4,7,7-四羟基-3,3'-二甲氧基-9,9'-环氧化物	J	[14]
78	4,4,8,9-tetrahydroxy-3,3'-dimethoxy-7,9'-epoxylignan	4,4,8,9-四羟基-3,3'-二甲氧基-7,9'-环氧基甲烷	J	[14]
79	9'-O-methylvibsanol	9'-O-甲基vibsanol	B	[53]
80	dihydrodehydrodiconiferyl alcohol	二氢去氢二异丙醇	B	[53]
81	9-aldehydevibsanol	9-醛vibsanol	C	[50]
82	betulifolium A		K	[54]
83	betulifolium B		K	[54]
84	betulifolium C		K	[54]
85	betulifolium D		K	[54]
86	9'-al-vibsanol		K	[54]
87	sarcomeginal		K	[54]
88	herpetol		H	[51]
89	vibsanol		B,H	[51,53]
90	(-)-dehydrodiconiferyl alcohol	(-)-脱氢二氯苯甲醇	H	[51]
91	icaraside E4	2,3-二氢-2-(4'-α-1-鼠李糖基-3-甲氧基苯基)-3-羟基甲基-7-甲氧基-5-苯并呋喃丙醇	H	[51]
92	dihydrodehydrodiconiferyl alcohol	二氢去氢二异丙醇	H	[51]

注：H-V. *erosum*；I-V. *foetidum*；J-V. *foetidum* var. *Foetidum*；K-V. *betulifolium*；B-V. *awabuki*；C-V. *odoratissimum*；F-V. *setigerum*。

Note: H-V. *erosum*；I-V. *foetidum*；J-V. *foetidum* var. *Foetidum*；K-V. *betulifolium*；B-V. *awabuki*；C-V. *odoratissimum*；F-V. *setigerum*。

1.6 酚类成分

从莨菪属植物中还分离到了 35 个酚类化合物,其母核结构见图 6。其中化合物水杨酸、绿原酸、原儿茶酸酯、原儿茶酸、4-羟基-3-氧基苯甲酸、咖啡酸、对香豆酸、阿魏酸、没食子酸、丁香酸、3,4,5-三甲氧基苯甲酸和 3,4-二羟基苯乙酸(93~104)^[32,48,55-56]为酚酸;熊果苷、(R)-4-羟基酚 O-(6-O-油酰基氧基)- β -D-吡喃葡萄糖苷、(R)-3-甲氧基-4-羟基苯酚 O-(6-O-油酰基氧基)- β -D-吡喃葡萄糖苷、红景天苷、(-)-3,5-二甲氧基-4-羟基苯基 β -D-葡萄糖苷、3,5-二甲氧基苯甲醇 4-O- β -D-吡喃葡萄糖苷、3,4,5-三甲氧基苄基- β -D-吡喃葡萄糖苷、2-(4-O- β -D-吡喃葡萄糖基)丁香基丙烷-1,3-二酮、双脱氧海藻 A、红-丁香甘油- β -O-4'-(+)-异丁二烯 A 4'''-O- β -D-吡喃葡萄糖苷和 2-(吡喃糖氧基)-苄基 3-(吡喃糖氧基)-苯甲酸盐(105~114)^[40,56-60]为酚苷;3-(4-羟基-3-甲氧基苯基)丙烷-1,2-二醇、1-(4-羟基-3-甲氧基苯基)-1-甲氧基丙-2-醇、松柏醛、对羟基肉桂醛、丁香醛、(+)-2-羟基-1-(4-羟基-3-甲氧基苯基)丙-1-酮、3,4-二羟基苯甲酸甲酯、香兰素、对羟基苯甲醛和对苯二酚(115~123)^[48]为酚类。

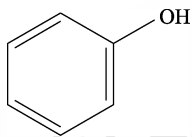


图 6 酚类成分的母核结构
Fig. 6 Nucleus of phenols

1.7 其他成分

研究人员还从莨菪属植物中分离出植物甾醇(124~127)^[49,61-63]、水杨素衍生葡萄糖苷(128~130)^[41]、香豆素(131)^[48]和饱和高级脂肪酸(132)^[49],具体见表 4。

此外,卢汝梅等^[49]还发现了 β -胡萝卜素(β -Carotene); Kikuchi 等^[64]从粉团莨菪(*V. plicatum* Thunb. ex Murray var. *plicatum* f. *plicatum*)的叶中分离得到 2 种新的糖苷-叶黄素苷 A 和(+)-新霉素 4,4'-二-O- β -D-吡喃葡萄糖苷。Shao 等^[63]用生物活性导向分馏法鉴定了从琼花(*V. macrocephalum* f. *keteleeri*)分离得到的 10 个成分——(2R-3- α -1-鼠李糖基)甘油酸甲酯;(2-1-鼠李糖基)醋酸甲酯;(3R-4- α -1-鼠李糖基-3-羟基)丁酸乙酯;bridelionoside B;(6S,7E,9R)-roseoside;芳樟醇苷 A;3,7,11-三甲基乙基-1-6-十二二烯-3,10,11-三醇;

(+)-8-羟基芳樟醇; β -谷甾醇和胡萝卜甾醇。除 2 个植物甾醇(124~125)外,6 个连有糖基,其中 3 个为酯类,还分离到 1 个单萜和 1 个倍半萜。

表 4 其他成分

Tab. 4 Other ingredients

编号	英文名称	中文名称	来源	参考文献
124	β -sitosterol	β -谷甾醇	F,L,M	[49,62-63]
125	Daucosterol	胡萝卜甾醇	N	[63]
126	viburodrol A		C	[61]
127	5a,8a-epidioxy-24-norcholesta-6,22-dien-3b-ol	5a, 8a-表二氧基-24-去甲胆甾-6,22-二烯-3b-醇	C	[61]
128	henryoside	二酚基水杨苷	O	[41]
129	20b-acetyl-30b-(3-methylbutyryl)-henryoside	20b-乙酰基-30b-(3-甲基丁酰基)-二酚基水杨苷	O	[41]
130	20b,60b-diacetyl-30b-(3-methylbutyryl)-henryoside	20b,60b 二乙酰基-30b-(3-甲基丁酰基)-二酚基水杨苷	O	[41]
131	umbelliferone	伞形花内酯	P	[48]
132	palmitic acid	棕榈酸	F	[49]

注: L-*V. chinshanense*; M-*V. jucundum*; N-*V. macrocephalum* f. *keteleeri*; O-*V. veitchii*; P-*V. fordiae* Hance; C-*V. odoratissimum*; F-*V. setigerum*。

Note: L-*V. chinshanense*; M-*V. jucundum*; N-*V. macrocephalum* f. *keteleeri*; O-*V. veitchii*; P-*V. fordiae* Hance; C-*V. odoratissimum*; F-*V. setigerum*。

2 结语

莨菪属植物资源丰富,具有较大的开发潜力。到目前为止,莨菪属化学成分的研究以萜类和木脂素类化合物较多,vibisane 型二萜是其最具代表性的二萜类化合物,其抗肿瘤活性受到了研究者的极大关注。随着分离、纯化和鉴定技术的发展与应用,黄酮类、酚类及甾醇等其他化学成分也逐渐被发现。目前,从莨菪属植物中已分离得到 369 个化合物,数量多、结构复杂,因此,有效避免重复分离是该属植物化学成分研究的关键问题之一。此外,该属植物有抗肿瘤、抗氧化活性、降血糖等多种活性,药理作用广泛,有着广泛的开发前景。因此,在化学成分分离纯化的研究基础上,研究者应该进一步研究探讨化学成分的药理活性,系统研究化学成分和活性,充分挖掘其药用价值。

REFERENCES

- [1] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志[M]. 北京: 科学出版社, 1988(72): 88.
- [2] LEI J X. Study on the chemical constituents and biological activities of *viburnum odoratissimum* Ker-Gawl. var *awabuki* [D]. Zhejiang Industrial and Commercial University(浙江工商

大学), 2014.

- [3] MALÉCOT V, MCNEILL J. Lectotypification of the Linnaean names in *Viburnum* l. (viburnaceae) [J]. *Taxon*, 2002, 51(4): 747-750.
- [4] FENG X, YAO A Q, WANG W K. Research progress on *Viburnum* plant in China [J]. *Mod Agric Sci Tech(现代农业科技)*, 2016(13): 172-173.
- [5] LV W J, LIU H T, XIA B S, et al. Advances in the utilization of ornamental resource of *Viburnum* [J]. *World Forestry Res(世界林业研究)*, 2019(3): 1-7.
- [6] WNG EW, LI G Y. A review on the studies of *Viburnum* genus [J]. *J Jiangsu Forestry Sci Tech(江苏林业科技)*, 2009, 36(1): 50-54.
- [7] 浙江植物志编辑委员会. 浙江植物志[M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1993.
- [8] 中国药材公司. 中国中药资源志要[M]. 北京: 科学出版社, 1994.
- [9] 马骏. 《全国中草药汇编》第三版发布[J]. *中医药管理杂志*, 2014, 22(4): 594.
- [10] 国家中医药管理局《中华本草》编委会. 中华本草[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1999(7): 553.
- [11] 冉先德. 中华药海 上卷(第一册)[M]. 哈尔滨: 哈尔滨出版社, 1998.
- [12] 浙江植物志编辑委员会. 浙江植物志[M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1993.
- [13] COMETA M F, MAZZANTI G, TOMASSINI L. Sedative and spasmolytic effects of *Viburnum tinus* L. and its major pure compounds [J]. *Phytother Res*, 1998, 12(S1): S89-S91.
- [14] CHEN X Q, LI Y, HE J, et al. Four new lignans from *Viburnum foetidum* var. *foetidum* [J]. *Chem Pharm Bull*, 2009, 57(10): 1129-1131.
- [15] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志-第三十九卷[M]. 北京: 科学出版社, 1988: 56.
- [16] WANG L X, FANG Y D, ZHANG R H, et al. Hispanane-type diterpenoid and secoiridoid glucosides from *Viburnum cylindricum* [J]. *Chem Biodivers*, 2018, 15(1): e1700418. Doi:10.1002/cbdv.201700418.
- [17] IWAGAWA T, YAGUCHI S, HASE T, et al. Gomojosides, labdane diterpenoids from *Viburnum suspensum* [J]. *Phytochemistry*, 1992, 31(4): 1311-1315.
- [18] IWAGAWA T, YAGUCHI S, HASE T, et al. Diterpene glucosides from *Viburnum suspensum* [J]. *Phytochemistry*, 1993, 32(6): 1515-1518.
- [19] GAO X, SHAO L D, DONG L B, et al. Vibsatis A and B, two new tetranorvibsane-type diterpenoids from *Viburnum tinus* cv. *variegatus* [J]. *Org Lett*, 2014, 16(3): 980-983.
- [20] FUKUYAMA Y, MINAMI H, KAGAWA M, et al. Chemical conversion of vibsantin C to vibsantin E and structure of 3-hydroxyvibsantin E from *Viburnum awabuki* [J]. *J Nat Prod*, 1999, 62(2): 337-339.
- [21] MINAMI H, Anzaki S, Kubo M, et al. Structures of new seven-membered ring Vibsane-type diterpenes isolated from leaves of *Viburnum awabuki* [J]. *Chem Pharm Bull*, 1998, 46(8): 1194-1198.
- [22] ZHANG Y Y, CHEN J J, LI D Q, et al. Network pharmacology uncovers anti-cancer activity of vibsane-type diterpenes from *Viburnum odoratissimum* [J]. *Nat Prod Res*, 2019: 1-4.
- [23] ZHANG H F, WANG L, LIU J, et al. Study on the effect of vibsanetype diterpenoids of *Viburnum odoratissimum* on human HepG2 cell growth and its underlying mechanism [J]. *Chin J Appl Phy(中国应用生理学杂志)*, 2014, 30(4): 343-347.
- [24] ZHU Q F, QI Y Y, ZHANG Z J, et al. Vibsane-type diterpenoids from *Viburnum odoratissimum* and their cytotoxic and HSP90 inhibitory activities [J]. *Chem Biodiversity*, 2018, 15(5): 1800049.
- [25] KAWAZU K. Isolation of vibsanines A, B, C, D, E and f from *Viburnum odoratissimum* [J]. *Agric Biol Chem*, 1980, 44(6): 1367-1372.
- [26] FUKUYAMA Y, MINAMI H, TAKAOKA S, et al. Absolute structure of vibsanins B and C, and their chemical correlation [J]. *Tetrahedron Lett*, 1997, 38(8): 1435-1438.
- [27] SHEN Y C, LIN C L, CHIEN S C, et al. Vibsane diterpenoids from the leaves and flowers of *Viburnum odoratissimum* [J]. *J Nat Prod*, 2004, 67(1): 74-77.
- [28] TOMASSINI L, FODDAI S, NICOLETTI M, et al. Iridoid glucosides from *Viburnum ayavacense* [J]. *Phytochemistry*, 1997, 46(5): 901-905.
- [29] HU J, MAO X, JING N H, et al. Terpenoids isolated from *Viburnum ternatum* [J]. *China J Chin Mater Med(中国中药杂志)*, 2017, 42(12): 2311-2317.
- [30] FUKUYAMA Y, MINOSHIMA Y, KISHIMOTO Y, et al. Cytotoxic iridoid aldehydes from Taiwanese *Viburnum luzonicum* [J]. *ChemInform*, 2005, 53(1): 125-127.
- [31] FUKUYAMA Y, MINOSHIMA Y, KISHIMOTO Y, et al. Iridoid glucosides andp-coumaroyl iridoids from *Viburnum luzonicum* and their cytotoxicity [J]. *J Nat Prod*, 2004, 67(11): 1833-1838.
- [32] GAO Y, ZHANG L S, GE J, et al. Chemical constituents from roots of *Viburnum setigerum* [J]. *China J Chin Mater Med(中国中药杂志)*, 2018, 43(14): 2950-2955.
- [33] YANG G X, YE M, HU C L, et al. New iridoids possessing a dioxatricyclodecane skeleton from the leaves of *Viburnum formosanum* Hayata subsp. *leiogyne* Hsu [J]. *Chin J. Org. Chem.(有机化学)*, 2014, 35(2): 428-431.
- [34] HU J, LIU Y, HUANGX Y, et al. Triterpenoids from *Viburnum betulifolium* [J]. *Chin Tradit Pat Med(中成药)*, 2016, 38(12): 2615-1620.
- [35] MA J Z, YANG X W, ZHANG J J, et al. Sterols and terpenoids from *Viburnum odoratissimum* [J]. *Nat Prod Bioprospecting*, 2014, 4(3): 175-180.
- [36] ZHANG J M, ZHANG P, WANG P, et al. Screening of antitumor active fraction extracted from roots of *Actinidia Eriantha in vitro* and determination of total triterpenoids [J]. *Chin J Mod Appl Pharm(中国现代应用药理学)*, 2019, 36(10): 1232-1235.
- [37] WANG X H, WANG W. Cytotoxic and radical scavenging nor-dammarane triterpenoids from *Viburnum mongolicum* [J]. *Molecules*, 2013, 18(2): 1405-1417.
- [38] WANG W, SONG J, SHI G B, et al. Cytotoxic nor-dammarane triterpenes from *Viburnum hainanense* Merr. et Chun [J]. *Fitoterapia*, 2016, 110: 8-12.
- [39] HE L X, DING K, XIE M H, et al. Study on enzymatic-

- ultrasonic assisted extraction of total flavonoids from polygonatum sibirici and its antioxidant activities [J]. Chin J Mod Appl Pharm(中国现代应用药学), 2019, 36(9): 1075-1080.
- [40] XIE Y, WANG J, GENG Y M, et al. Pheonolic compounds from the fruits of *Viburnum sargentii koehne* [J]. Mol Basel Switz, 2015, 20(8): 14377-14385.
- [41] TOMASSINI L, SERAFINI M, FODDAI S, et al. New acylated salicin bis-glucosides from *Viburnum veitchii* [J]. Nat Prod Res, 2013, 27(13): 1208-1212.
- [42] HU J, SHI X D, MAO X, et al. Chemical constituents from the ethanol extract of *Viburnum ternatum* [J]. J Asian Nat Prod Res, 2014, 16(7): 703-708.
- [43] TOMASSINI L, GAO J J, SERAFINI M, et al. Iridoid glucosides from *Viburnum sargentii* [J]. Nat Prod Res, 2005, 19(7): 667-671.
- [44] ČESONIENĖ L, DAUBARAS R, VIŠKELIS P, et al. Determination of the total phenolic and anthocyanin contents and antimicrobial activity of *Viburnum opulus* fruit juice [J]. Plant Foods Hum Nutr, 2012, 67(3): 256-261.
- [45] KIM M Y, IWAI K, ONODERA A, et al. Identification and antiradical properties of anthocyanins in fruits of *Viburnum dilatatum* thunb [J]. J Agric Food Chem, 2003, 51(21): 6173-6177.
- [46] ERDOGAN-ORHAN I, ALTUN M L, SEVER-YILMAZ B, et al. Anti-acetylcholinesterase and antioxidant assets of the major components (salicin, amentoflavone, and chlorogenic acid) and the extracts of *Viburnum opulus* and *Viburnum lantana* and their total phenol and flavonoid contents [J]. J Med Food, 2011, 14(4): 434-440.
- [47] TOMASSINI L, GAO J J, FODDAI S, et al. Iridoid glucosides from *Viburnum chinshanense* [J]. Nat Prod Res, 2006, 20(8): 697-700.
- [48] CHEN J, SHAO J H, ZHAO C C, et al. Chemical constituents from *Viburnum fordiae* Hance and their anti-inflammatory and antioxidant activities [J]. Arch Pharm Res, 2018, 41(6): 625-632.
- [49] LU R M, LIAO P Y, LU G Z, et al. Chemical constituents of *Viburnum setigerum* [J]. Chin J Exp Tridit Formuale(中国实验方剂学), 2011, 17(18): 104-106.
- [50] LI F J, YU J H, WANG G C, et al. Diterpenes and lignans from *Viburnum odoratissimum* var. *odoratissimum* [J]. J Asian Nat Prod Res, 2015, 17(5): 475-481.
- [51] IN S J, SEO K H, SONG N Y, et al. Lignans and neolignans from the stems of *Viburnum erosum* and their neuroprotective and anti-inflammatory activity [J]. Arch Pharmacol Res, 2015, 38(1): 26-34.
- [52] LI H, LUO Y G, MA Y, et al. Cytotoxic lignans from *Viburnum foetidum* [J]. Arch Pharmacol Res, 2013, 36(10): 1211-1214.
- [53] FUKUYAMA Y, NAKAHARA M, MINAMI H, et al. Two new benzofuran-type lignans from the wood of *Viburnum awabuki* [J]. Chem Pharm Bull, 1996, 44(7): 1418-1420.
- [54] HU J, SONG Y, MAO X, et al. Tetrahydrofuran lignans from *Viburnum betulifolium* [J]. J Asian Nat Prod Res, 2016, 18(9): 831-836.
- [55] SALTAN G, SÜNTAR I, OZBILGIN S, et al. *Viburnum opulus* L.: A remedy for the treatment of endometriosis demonstrated by rat model of surgically-induced endometriosis [J]. J Ethnopharmacol, 2016, 193: 450-455.
- [56] TUREK S, CISOWSKI W. Free and chemically bonded phenolic acids in barks of *Viburnum opulus* L. and *Sambucus nigra* L. [J]. Acta Pol Pharm, 2007, 64(4): 377-383.
- [57] SHAO J H, CHEN J, ZHAO C C, et al. Insecticidal and α -glucosidase inhibitory activities of chemical constituents from *Viburnum fordiae* Hance [J]. Nat Prod Res, 2019, 33(18): 2662-2667.
- [58] KATAGIRI S, WATANABE Y, YAOITA Y, et al. Two New Phenolic Glycosides from *Viburnum plicatum* var. *plicatum* f. *plicatum* [J]. Nat Prod Commun, 2011, 6(12): 1901-1904.
- [59] WU B, ZENG X, ZHANG Y F. New metabolite from *Viburnum dilatatum* [J]. Nat Prod Commun, 2010, 5(7): 1097-1098.
- [60] LU D, YAO S J. Phenolic glycoside from the roots of *Viburnum dilatatum* [J]. Nat Prod Commun, 2009, 4(7): 945-946.
- [61] EL-GAMAL A A. Cytotoxic lupane-, secolupane-, and oleanane-type triterpenes from *Viburnum awabuki* [J]. Nat Prod Res, 2008, 22(3): 191-197.
- [62] RIOS M Y, GONZÁLEZ-MORALES A, VILLARREAL M L. Sterols, triterpenes and biflavonoids of *Viburnum jucundum* and cytotoxic activity of ursolic acid [J]. Planta Med, 2001, 67(7): 683-684.
- [63] SHAO J H, CHEN J, XU X Q, et al. Chemical constituents and biological activities of *Viburnum macrocephalum* f. *keteleeri* [J]. Nat Prod Res, 2019, 33(11): 1612-1616.
- [64] KIKUCHI M, ONOBUCHI R, AOITA Y, et al. Two new glycosides from *Viburnum plicatum* Thunb. ex Murray var. *plicatum* f. *plicatum* [J]. J Nat Med, 2011, 65(1): 202-205.

收稿日期: 2019-09-29
 (本文责编: 李艳芳)