

唐松草属植物中生物碱类化学成分和药理作用的研究进展

李圣各¹, 苏钰清¹, 马冬珂¹, 李建勇², 郭佳², 李达翎², 李占林², 华会明^{2*}

1. 沈阳药科大学 药学院, 辽宁 沈阳 110016

2. 沈阳药科大学 中药学院 基于靶点的药物设计与研究教育部重点实验室, 辽宁 沈阳 110016

摘要: 毛茛科唐松草属植物由于具有较高的药用价值, 在我国广泛应用。唐松草属植物的生物碱属于异喹啉类, 包括生物碱单聚物如简单异喹啉类、苜基异喹啉类、阿朴菲类、原小檗碱类、吗啡烷类、异帕威类等; 此外还存在大量的二聚生物碱, 主要类型有双苜基异喹啉类、阿朴菲-苜基异喹啉类、原小檗碱-苜基异喹啉类、阿朴菲-原小檗碱类等; 具有抗肿瘤、抗寄生虫、抗血小板聚集、抗矽肺、抗病毒等药理作用。主要对唐松草属植物中生物碱类化学成分和药理作用的研究进展进行综述, 为该属植物资源的开发利用提供参考。

关键词: 唐松草属; 生物碱; 异喹啉类; 二聚生物碱; 化学成分; 药理作用

中图分类号: R282.7 文献标志码: A 文章编号: 1674-5515(2014)03-0312-10

DOI: 10.7501/j.issn.1674-5515.2014.03.022

Research progress on chemical constituents and pharmacological activities of alkaloids from plants in *Thalictrum* L.

LI Sheng-ge¹, SU Yu-qing¹, MA Dong-ke¹, LI Jian-yong², GUO Jia², LI Da-hong², LI Zhan-lin², HUA Hui-ming²

1. School of Pharmacy, Shenyang Pharmaceutical University, Shenyang 110016, China

2. Key Laboratory of Structure-Based Drug Design & Discovery, Ministry of Education; School of Traditional Chinese Materia Medica, Shenyang Pharmaceutical University, Shenyang 110016, China

Abstract: The plants in *Thalictrum* L., Ranunculaceae family are widely used in China because of their officinal values. The main active constituents from *Thalictrum* L. are isoquinoline alkaloids including simple isoquinolines, benzyloisoquinolines, aporphins alkaloids, proberberines, morphinans, and isopavines. There are also a lot of dimeric alkaloids including dibenzyloisoquinolines, aporphinoid-benzyloisoquinolines, proberberine-benzyloisoquinolines, and aporphinoid-proberberines. In addition, they play an important role in anti-cancer, anti-parasites, anti-platelet aggregation, anti-silicosis, and anti-virus actions. This article mainly summarizes the chemical constituents and pharmacological activities of alkaloids from plants in *Thalictrum* L. in recent years, and provides a reference for the development and utilization of the plants of *Thalictrum* L.

Key words: *Thalictrum* L.; alkaloids; isoquinolines; dimeric alkaloids; chemical constituents; pharmacological activities

毛茛科 Ranunculaceae 唐松草属 *Thalictrum* L. 植物, 全世界有 200 余种, 分布于亚洲、欧洲、非洲、北美洲和南美洲。我国有 67 种, 全国各地均有分布, 主要集中于西南部^[1]。有 30 种(变种)应用于我国传统医学中, 尤其是藏医、蒙医中; 此外, 有些种在巴基斯坦、日本、土耳其、俄罗斯等国家作为民间草药应用^[2]。该属植物具有抗肿瘤、降压、抗菌、止痛、利尿等药理作用, 主要用于治疗肠炎、痢疾、

关节炎、咽喉炎、结膜炎、黄疸型肝炎、牙龈肿痛、麻疹、皮炎、痛肿疮疖、烫伤等病症^[2]。唐松草属有些药用植物如多叶唐松草 *Thalictrum foliolosum* DC.、华东唐松草 *T. fortunei* S. Moore、峨眉唐松草 *T. omeiense* W. T. Wang et S. H. Wang、贝尔加唐松草 *T. baicalense* Turcz.、昭通唐松草 *T. glandulosissimum* (Finet et Gagn.) W. T. Wang et S. H. Wang var. *chaotungense* W. T. Wang et H. Wang、川鄂唐松草 *T.*

收稿日期: 2013-12-30

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(81172958); 国家基础科学人才培养基金项目(J1103606)

作者简介: 李圣各(1992—), 女, 河南洛阳人, 本科在读, 基础药学专业, 从事抗肿瘤中药研究。E-mail: lsg1215@sina.cn

*通信作者 华会明, 教授, 博士生导师。Tel: (024)23986465 E-mail: huimhua@163.com

osmundifolium Finet et Gagnep.、高原唐松草 *T. cultratum* Wall.在民间可用作黄连代替品^[2]，可能因含有大量小檗碱，有类似黄连的作用。

唐松草属植物具有较高的药用价值，应用广泛，其中生物碱具有显著的抗肿瘤作用，引起了国内外学者对该属植物的化学成分和药理作用进行深入研究。据不完全统计，1963年至1995年已经从该属植物中分离得到267种生物碱，此后不断有新的生物碱被发现^[3]；唐松草属生物碱的药理作用主要包括抗肿瘤、抗寄生虫、抗血小板聚集、抗矽肺、抗病毒等。本文总结了自1995年以来对唐松草属植物中生物碱类化学成分和药理作用的研究进展，为该属植物资源的开发利用提供参考。

1 化学成分

唐松草属植物的生物碱属于异喹啉类，包括生物碱单聚物如简单异喹啉类、苄基异喹啉类、阿朴菲类、原小檗碱类、吗啡烷类、异帕威类等；此外还存在大量的二聚生物碱，主要类型有双苄基异喹

啉类、阿朴菲-苄基异喹啉类、原小檗碱-苄基异喹啉类、阿朴菲-原小檗碱类等。

1.1 生物碱单聚物

1.1.1 简单异喹啉类 唐松草属植物中分离鉴定的简单异喹啉类化合物(1~7)见表1，其结构见图1。

表1 唐松草属植物中的简单异喹啉类生物碱

Table 1 Simple isoquinoline alkaloids in plants of *Thalictrum* L.

编号	化合物名称	植物来源	文献
1	N-甲基-6,7-二甲氧基异喹诺酮	a、b、c	4、5、6
2	thalactamine	b、d	5、7
3	3,4-二氢-6,7-二甲氧基异喹诺酮	b	5
4	N-甲基紫堇碱	b	5
5	降氧白毛茛分碱	b、c	5、6
6	5-hydro-N-methylcorydalidine	b	8
7	thalipetalmine	c	6

a-长柄唐松草 *T. przewalskii* Maxim. b-偏翅唐松草 *T. delavayi* Franch.
c-狭叶瓣蕊唐松草 *T. petaloideum* var. *supradecompositum* (Nakai) Kitag.
d-小叶唐松草 *T. elegans* Wall.

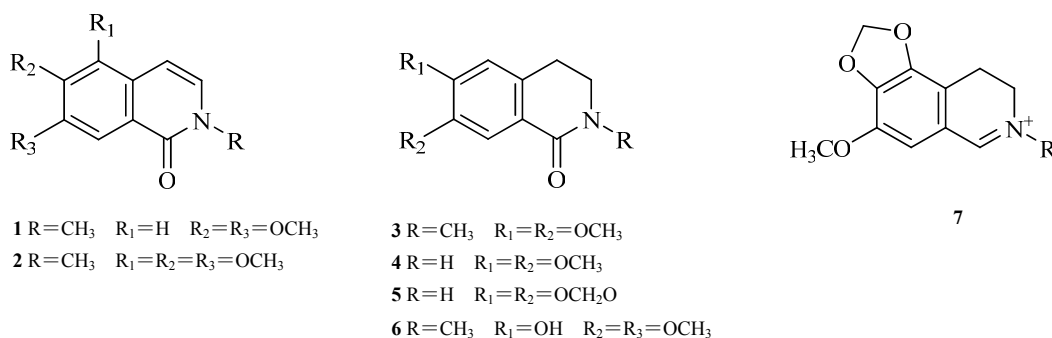


图1 唐松草属植物中简单异喹啉类生物碱的结构

Fig. 1 Structures of simple isoquinoline alkaloids in plants of *Thalictrum* L.

1.1.2 苄基异喹啉类 唐松草属植物中的苄基异喹啉类生物碱有从小叶唐松草 *T. elegans* Wall.和偏翅唐松草 *T. delavayi* Franch.中分离得到的1-(4-甲氧基苄基)-2-甲基-6-羟基-5,7-二甲氧基异喹啉(8)^[8-9]，也有从小叶唐松草中分离得到的thalimicrinone(9)^[7]，以及从长柄唐松草 *T. przewalskii* Maxim.中分离得到的N-methylpalaudinium(10)^[10]。其结构见图2。

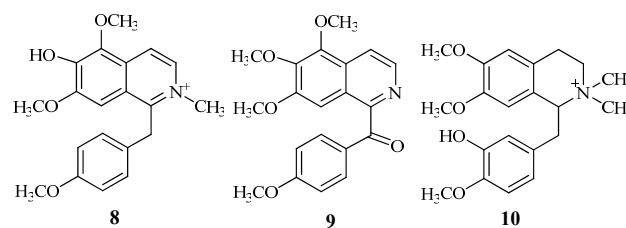


图2 唐松草属植物中苄基异喹啉类生物碱的结构

Fig. 2 Structures of benzyloisoquinoline alkaloids in plants of *Thalictrum* L.

1.1.3 阿朴菲类 唐松草属植物中分离鉴定的阿朴菲类生物碱(11~33)见表2，其结构见图3。

1.1.4 原小檗碱类 唐松草属植物中分离鉴定的原小檗碱类生物碱(34~41)见表3，其结构见图4。

1.1.5 吗啡烷类 唐松草属植物中的吗啡烷类生物碱包括偏翅唐松草中的原阿片碱(42)、隐品碱(43)和伪原阿片碱(44)^[17]，以及 *T. triternatum* Rupr.

中的α-allocryptopine(45)^[24]。其结构见图5。

1.1.6 帕威碱和异帕威碱类 唐松草属植物中的帕威碱类和异帕威碱类生物碱是一类特殊的苄基异喹啉生物碱。唐松草属植物中分离鉴定的帕威碱和异帕威碱类(46~56)见表4，其结构见图6。

表2 唐松草属植物中阿朴菲类生物碱

Table 2 Aporphine alkaloids in plants of *Thalictrum* L.

编号	化合物名称	植物来源	文献	编号	化合物名称	植物来源	文献
11	奥寇梯白木碱	a	11	24	(+)-奥寇梯白木碱 <i>N</i> -氧化物	a	11
12	奥寇梯木碱	a	12	25	preocoteine <i>N</i> -oxide	a	12
13	(+)-preocoteine	a	12	26	(+)-箭头唐松草米定碱 <i>N</i> -氧化物	a	12
14	箭头唐松草米定碱	a	12	27	1,2,3,10-四甲氧基-9-羟基-4,5,6,6a-脱氢-7-阿朴芬酮	h	7
15	<i>N</i> -甲基六驳碱	b	13	28	1,2,3,10-四甲氧基-9-(2-羟基-4,5-二甲氧基-苯氧基)氧阿朴菲	h	9
16	thalisopynine	b	13	29	1,2,3,10-四甲氧基-9-(4,5-二甲氧基-2-醛基苯氧基)氧阿朴菲	h	9
17	nantenine	b	14	30	小唐松草醛碱	h	9
18	faurine	c	15	31	黄花海罂粟碱	i	20
19	<i>O</i> -methylfaurine	c	15	32	glaunine	j	21
20	木兰花碱	a、d、e、f	16、17、18、4	33	去氢海罂粟碱	j	21
21	附子亭碱	g	19				
22	(+)- <i>N</i> -methylnantenine	d	4、10				
23	唐松草芬宁碱	d	10				

a-箭头唐松草 *T. simplex* L. 或 *T. angustifolium* L. b-狭序唐松草 *T. atriplex* Finet et Gagnep. c-台湾唐松草 *T. fauriei* Hayata d-长柄唐松草 *T. przewalskii* Maxim. e-偏翅唐松草 *T. delavayi* Franch f-丽江唐松草 *T. wangii* Boivin g-*T. orientale* Bioss h-小叶唐松草 *T. elegans* Wall. i-腺毛唐松草 *T. foetidum* Linn. j-黄唐松草 *T. flavum* L.

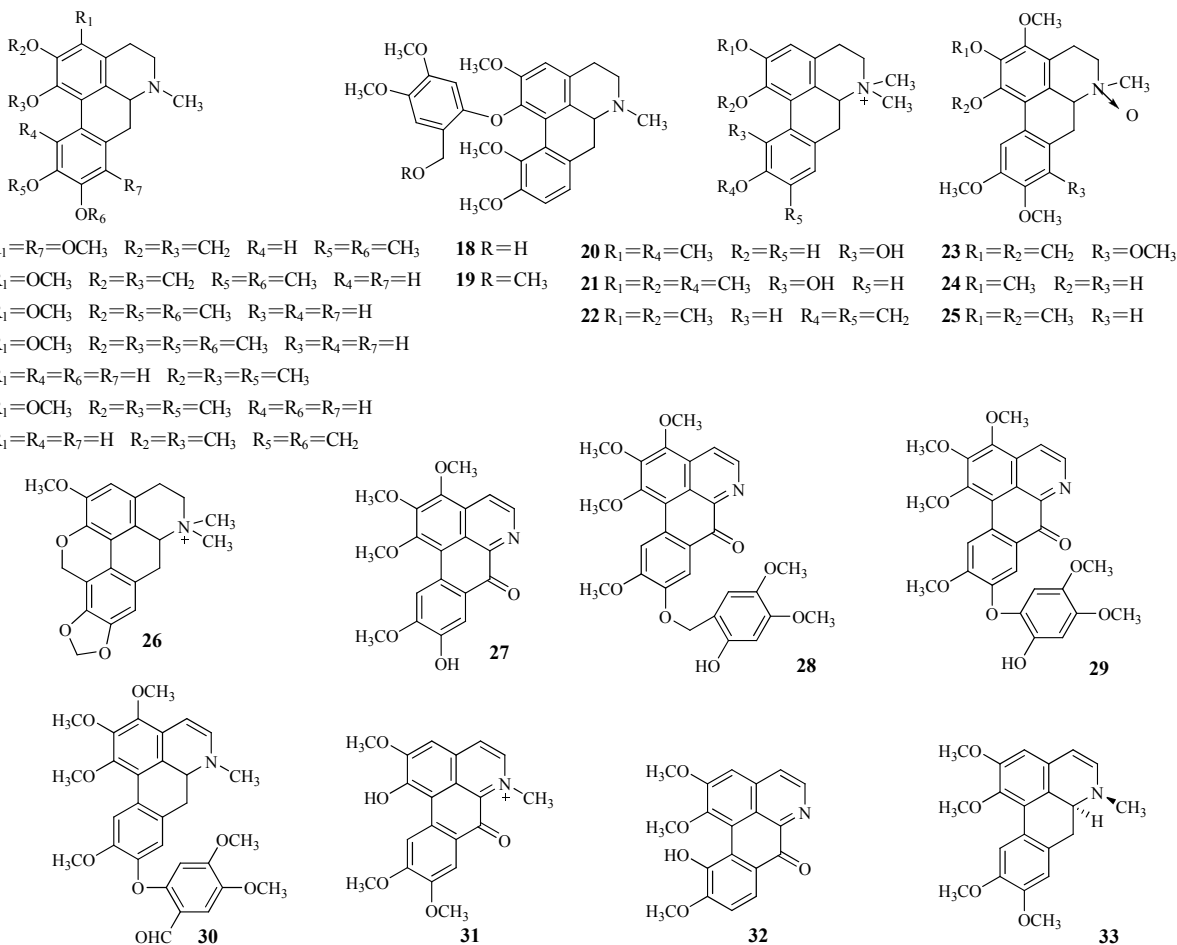


图3 唐松草属植物中阿朴菲类生物碱的结构

Fig. 3 Structures of aporphine alkaloids in plants of *Thalictrum* L.

表 3 唐松草属植物中原小檗碱类生物碱

Table 3 Proberberine alkaloids in plants of *Thalictrum* L.

编号	化合物名称	植物来源	文献
34	小檗碱	a、b、c、d	20、5、16、22
35	非洲防己碱	a	20
36	巴马汀	d	22
37	药根碱	c、e	23、16
38	四氢黄连碱	e	23
39	2,3,9,10-亚甲二氧基-8-氧化原小檗碱	b	17
40	2,3,9,10-亚甲二氧基-1,8-二羟基原小檗碱	b	17
41	8-hydroxypseudocoplisine	f	10

a-腺毛唐松草 *T. foetidum* Linn. b-偏翅唐松草 *T. delavayi* Franch.

c-箭头唐松草 *T. simplex* L. 或 *T. angustifolium* L. d-*T. minus* subsp. Minus

e-狭序唐松草 *T. atriplex* Finet et Gagnep. f-长柄唐松草 *T. przewalskii* Maxim.

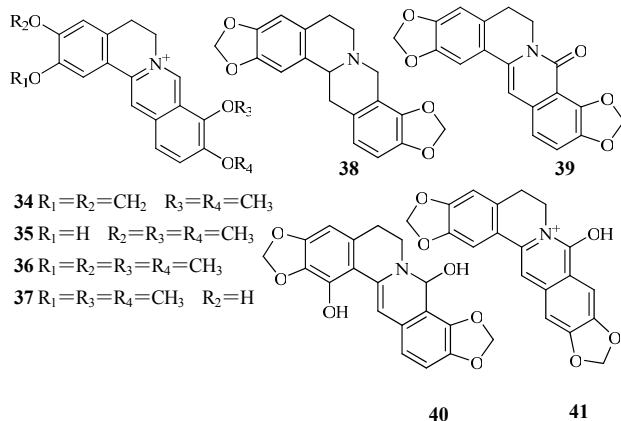


图 4 唐松草属植物中原小檗碱类生物碱的结构

Fig. 4 Structures of proberberine alkaloids in plants of *Thalictrum* L.

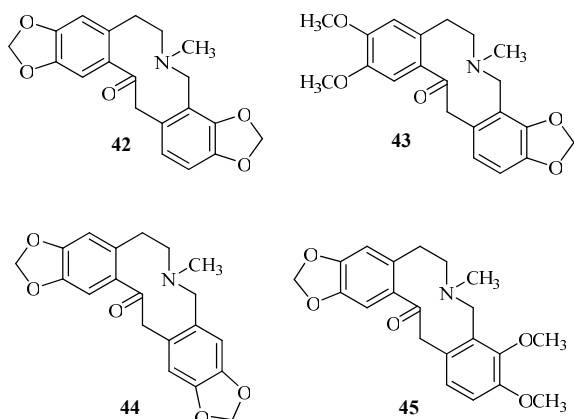


图 5 唐松草属植物中吗啡烷类生物碱的结构

Fig. 5 Structures of morphine alkaloids in plants of *Thalictrum* L.

表 4 唐松草属植物中帕威碱类和异帕威碱类生物碱

Table 4 Pavine and isopavine alkaloids in plants of *Thalictrum* L.

编号	化合物名称	植物来源	文献
46	(-)-thalimonine <i>N</i> -oxide A	a	11
47	(-)-thalimonine <i>N</i> -oxide B	a	11
48	(-)-thalimonine	a	4、25
49	(-)-isonorargemonine	b	25
50	eschscholtzidine	b	25
51	(-)-4-hydroxyeschscholtzidine	b	25
52	isothalisopavine	b	26
53	przewalidine	c	10
54	<i>O</i> -methylthalisopavine	d	20
55	munitagine	e	27
56	thalisopavine	b	25

a-箭头唐松草 *T. simplex* L. 或 *T. angustifolium* L. b-亚欧唐松草 *T. minus* L.

c-长柄唐松草 *T. przewalskii* Maxim. d-腺毛唐松草 *T. foetidum* Linn.

e-台湾唐松草 *T. fauriei* Hayata

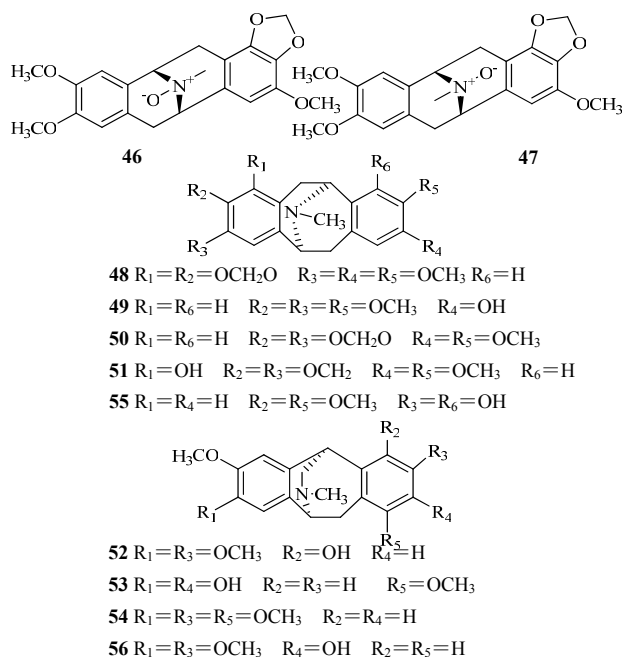


图 6 唐松草属植物中帕威碱类和异帕威碱类生物碱的结构

Fig. 6 Structures of pavine and isopavine alkaloids in plants of *Thalictrum* L.

1.1.7 菲类生物碱 唐松草属植物中的菲类生物碱包括从箭头唐松草 *T. simplex* L.或 *T. angustifolium* L.得到的 *N*-hydroxy-northalichthuberine (57)、thalihazine (58)、thalihazine *N*-oxide (59) [12]和从狭序唐松草 *T. atriplex* Finet et Gagnep.得到的 thaliglucine (60) [14]。其结构见图 7。

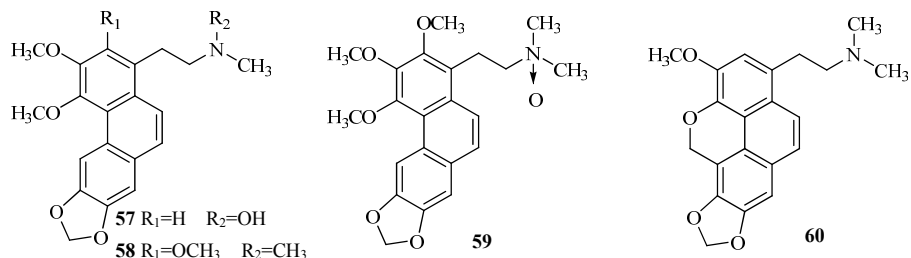


图 7 唐松草属植物中菲类生物碱的结构

Fig. 7 Structures of phenanthrene alkaloids in plants of *Thalictrum* L.

1.2 生物碱二聚物

1.2.1 双苄基异喹啉类生物碱 唐松草属双苄基异喹啉生物碱主要有单氧桥和双氧桥连接两种形式，单氧桥连接包括 11-12'连接和 10-12'连接两种尾 - 尾连接

形式；双氧桥连接中尾 - 尾连接均为 11-12'连接，同时头 - 头连接位点包括 7-8'、8-7'、8-6'、8-5'、5-8'、7-5'等连接模式^[4]。唐松草属植物中分离鉴定的双苄基异喹啉类生物碱（61~75）见表 5，其结构见图 8。

表 5 唐松草属植物中双苄基异喹啉类生物碱

Table 5 Bisbenzisoquinoline alkaloids in plants of *Thalictrum* L.

编号	化合物名称	植物来源	文献	编号	化合物名称	植物来源	文献
61	唐松草西宾	a	28、29	69	唐松草米拉宾碱	e	17
62	唐松草亭	a	28、29	70	防己诺林碱	g	9
63	thaliatrine	a	29	71	唐松草新碱	h	21
64	neothalfine	a	29	72	香唐松草碱	f	22
65	芬氏唐松草碱	b	20	73	尖刺碱	f、i	22、31
66	小檗胺	a	23	74	高阿罗莫灵碱	f	22
67	O-甲基唐松草碱	c、d	16、30	75	箭头唐松草碱	i	31
68	异芬氏唐松草碱	e、f	17、22				

a-狭序唐松草 *T. atriplex* Finet et Gagnep. b-腺毛唐松草 *T. foetidum* Linn. c-箭头唐松草 *T. simplex* L. 或 *T. angustifolium* L. d-华东唐松草 *T. fortunei* S. Moore e-偏翅唐松草 *T. delavayi* Franch. f-*T. minus* subsp. Minus g-*T. orientale* Bross h-黄唐松草 *T. flavum* L. i-短梗箭头唐松草 *T. simplex* var. *brevi-pes* Hara

1.2.2 阿朴菲 - 苄基异喹啉类二聚生物碱 唐松草属植物中分离鉴定的阿朴菲 - 苄基异喹啉类二聚生物碱（76~100）见表 6，其结构见图 9。

1.2.3 其他类二聚生物碱 从 *T. longistylum* DC. 中分离得到 2 个原小檗碱 - 苄基异喹啉类二聚生物碱 O-methylongiberine (101) 和 longiberine (102)^[33]。从尖叶唐松草 *T. acutifolium* Boivin 和丽江唐松草 *T. wangii* Boivin 分别分离得到阿朴菲 - 原小檗碱类二聚生物碱尖叶唐松草阿原碱 (103)^[34] 和 (-)-thalibealine (104)^[18]。此外还从台湾唐松草 *T. fauriei* Hayata 分离得到 1 个帕威 - 阿朴菲类二聚生物碱 fauripavine (105)^[27]。其结构见图 10。

2 药理作用

2.1 抗肿瘤作用

体内外抗肿瘤活性研究表明唐松草属植物中的生物碱对不同肿瘤细胞株均显示了较强的细胞毒作

用，其中以阿朴菲型、吗啡烷型、原小檗碱型生物碱以及双苄基异喹啉型二聚生物碱的活性最为显著，其通过干扰细胞有丝分裂过程，致细胞变异及诱导细胞凋亡等多种机制，抑制肿瘤细胞增殖，发挥细胞毒作用。

高光耀^[3]从狭序唐松草中分离得到 40 个生物碱，对其中 8 种生物碱进行了活性测试，结果表明均对人肺腺癌细胞 GLC-82、人乳腺癌细胞 CAM-6、人大肠癌细胞 HCT 有一定的抑制活性。Lin 等^[32]测试了从大叶唐松草 *T. faberi* Ulbr. 中分离到的 5 个新阿朴菲 - 苄基异喹啉型二聚生物碱 3-hydroxy-6'-desmethyl-9-O-methylthalifaboramine、3-hydroxythalifaboramine、6'-desmethylthalifaboramine、3,5'-dihydroxythalifaboramine、5'-hydroxythalifaboramine，均对 LU-1、KB、KB-V(+VLB)、LNCaP、ZR-75-1 等肿瘤细胞显示较强的抑制活性。Chen 等^[35]对从尖

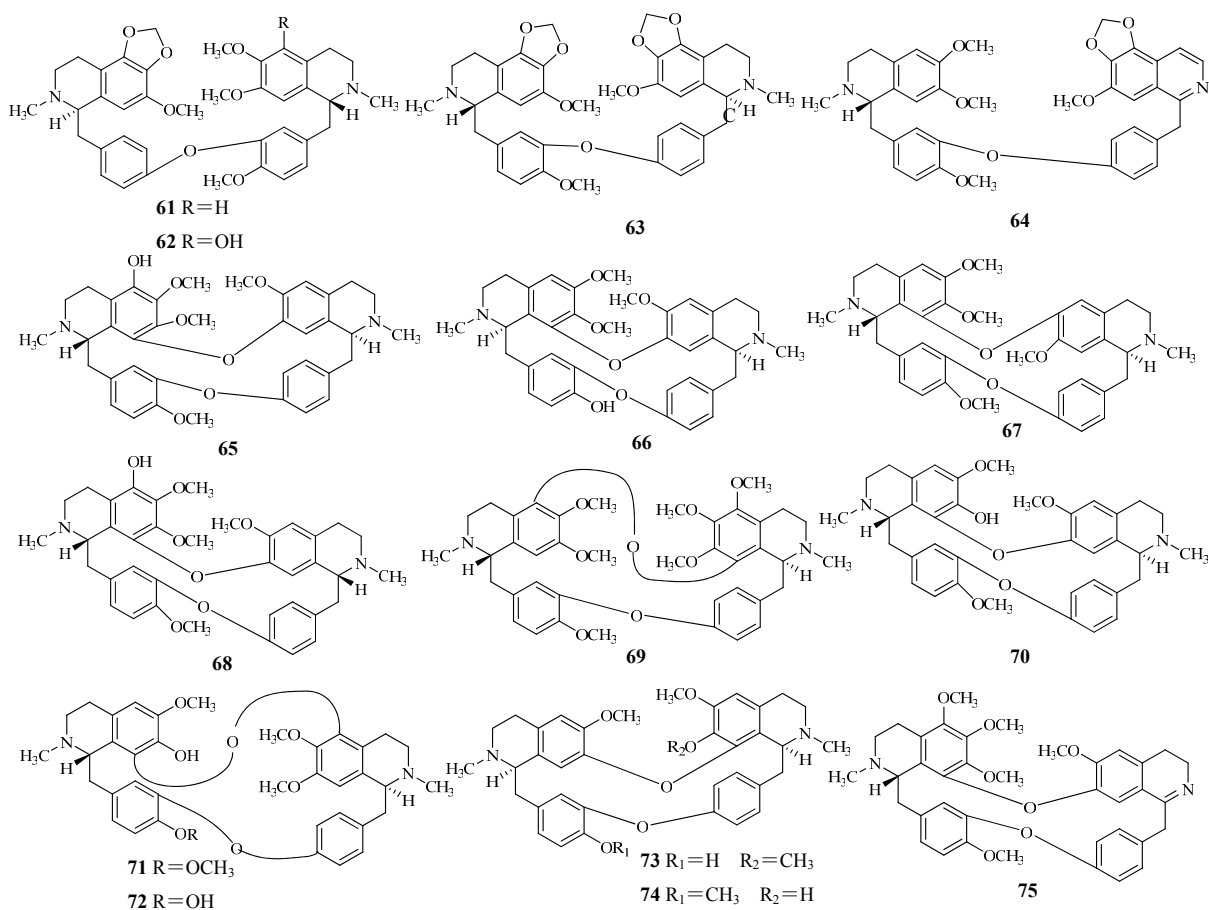


图8 唐松草属植物中双苄基异喹啉类生物碱的结构

Fig. 8 Structures of bisbenzylisoquinoline alkaloids in plants of *Thalicttrum L.*

表6 唐松草属植物中阿朴菲-苄基异喹啉类二聚生物碱

Table 6 Aporphine-benzylisoquinoline dimeric alkaloids in plants of *Thalicttrum L.*

编号	化合物名称	植物来源	文献	编号	化合物名称	植物来源	文献
76	thalictrogamine	a	20	89	3-羟基大叶唐松草拉明碱	e	32
77	foetidine	a	20	90	6'-去甲大叶唐松草拉明碱	e	32
78	pennsylvanamine	a	20	91	3,5'-二羟基大叶唐松草拉明碱	e	32
79	thalmelatine	b	22	92	5'-羟基大叶唐松草拉明碱	e	32
80	dehydrothalmelatine	b	22	93	3-羟基-6'-去甲大叶唐松草拉明碱	e	32
81	大叶唐松草任	c	28	94	przewaline	f	10
82	高原唐松草亭	c	28	95	przewalskinine	f	10
83	去氢大叶唐松草任	c	28	96	przewalskine	f	10
84	fauridine	d	27	97	przewalstinine	f	10
85	3-methoxyfaurithaline	d	27	98	przewalstine	f	10
86	faurithaline	d	27	99	przewalstidine	f	10
87	大叶唐松草拉明碱	b	22	100	przewalstidinine	f	10
88	3-羟基-6'-去甲-9-O-甲基大叶唐松草拉明碱	e	32				

a-腺毛唐松草 *T. foetidum* Linn. b-*T. minus* subsp. minus c-狭序唐松草 *T. atriplex* Finet et Gagnep. d-台湾唐松草 *T. fauriei* Hayata
e-大叶唐松草 *T. faberi* Ulbr. f-长柄唐松草 *T. przewalskii* Maxim.

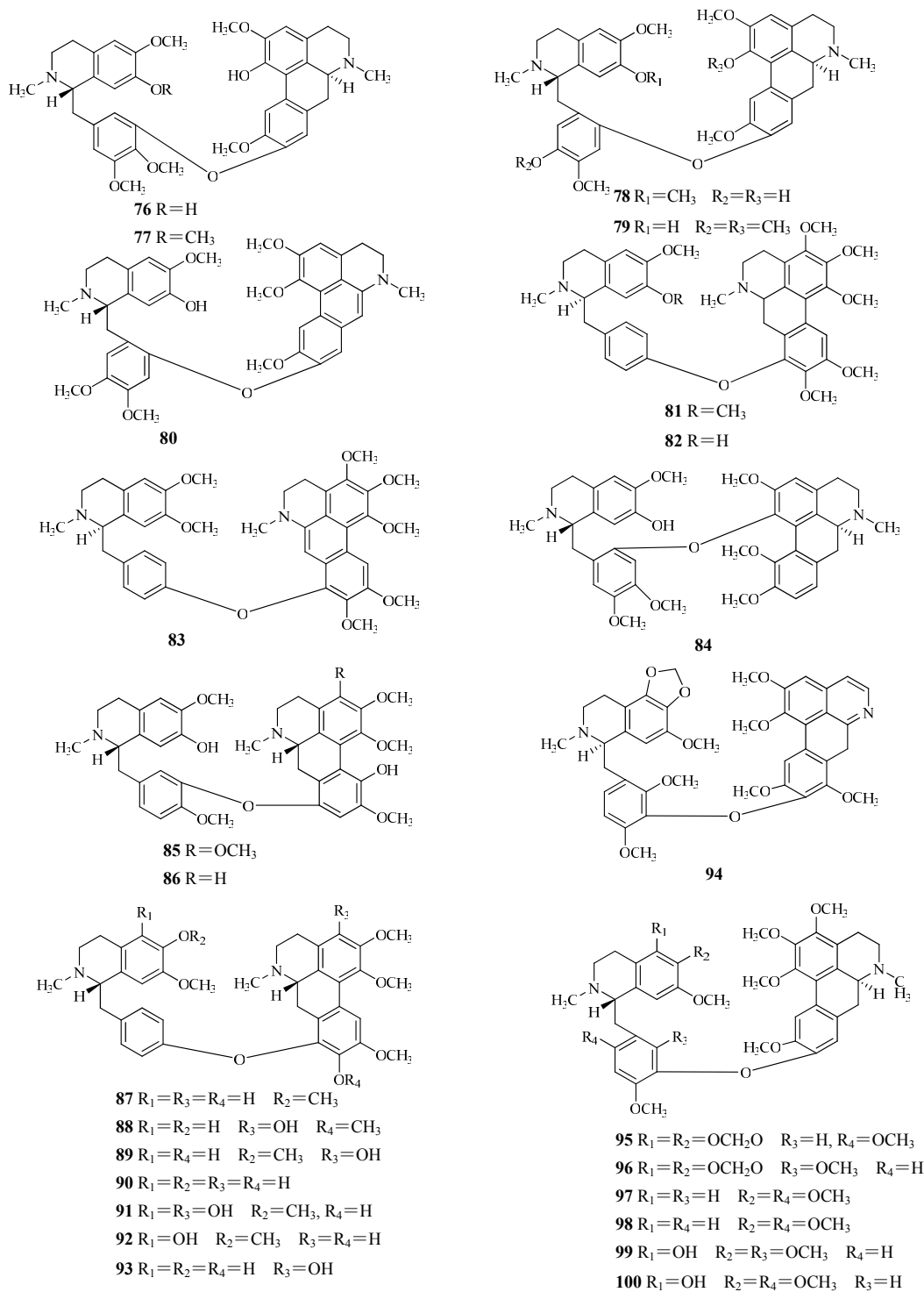


图 9 唐松草属植物中阿朴菲-苄基异喹啉类二聚生物碱的结构

Fig. 9 Structures of aporphine-benzylisoquinoline dimeric alkaloids in plants of *Thalictrum* L.

叶唐松草分离的唐松草阿原碱进行了体外抗肿瘤活性测试, 发现其对宫颈癌 HeLa、肝癌 LCC、胃癌 MGC、非小细胞肺癌 PLA-801 等肿瘤细胞均显示了抑制活性。唐松草阿原碱是通过下调 bcl-2 基因, 上调 bax 和 c-myc 基因, 诱导 PLA-801 细胞的凋亡^[37]。

粉防己碱和小檗胺为唐松草属植物的有效成分。有报道表明^[37], 粉防己碱对白血病细胞株 HL-60 的增殖具有显著的抑制作用并呈剂量相关性, 其机制为小体发生收缩, DNA 断裂, 导致细胞株凋亡。进一步研究发现粉防己碱能够激活 Ca²⁺通道, 释放细胞

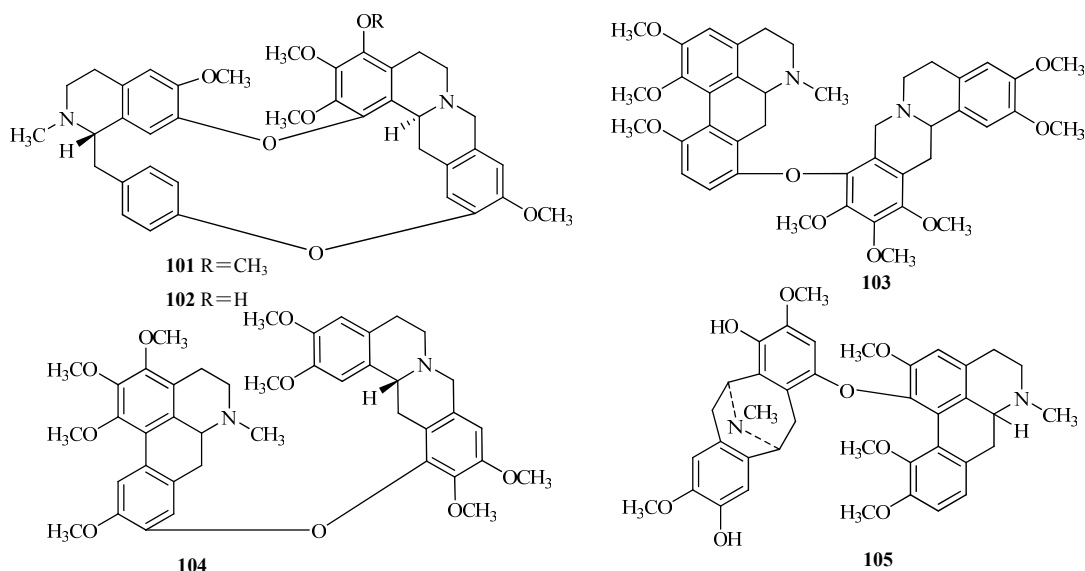


图 10 唐松草属植物中其他类二聚生物碱的结构

Fig. 10 Structures of other dimeric alkaloids in plants of *Thalicttrum L.*

内的 Ca^{2+} , 进而导致生长抑制^[38]。粉防己碱可诱导人 T-细胞、肺癌细胞和肝母细胞瘤细胞凋亡。Oh 等^[39]发现粉防己碱诱导 HepG2 细胞凋亡过程主要是经过一条线粒体通路, 通过激活半胱天冬蛋白酶 9、3 (caspase 9、3) 后, 继续激活 caspase 8 以形成扩增环, 从而激活上游信号的表达, 如 Bid 断裂、细胞色素 C 释放等, 最终诱导细胞凋亡。赵小英等^[40]通过逆转录聚合酶链反应法, 发现小檗胺显著抑制 K562、K562/ADR (耐阿霉素 K562 细胞株) 细胞增殖, 其 IC_{50} 值分别为 5.32、10.97 $\mu\text{g}/\text{mL}$; 与阿霉素联用能提高其对 K562/ADR 的敏感性, 部分逆转其耐药性。唐亚林等^[41]研究表明唐松草对人肝癌细胞 HepG2、肝癌细胞 BEL-7402、结肠癌细胞 HCT-8、肺癌细胞 A-549 均有一定的抑制作用, 其抑制率最高可达 60%。敖恩宝力格等^[42]研究表明瓣蕊唐松草 *T. petaloideum* Linn. 根茎总生物碱对人肺腺癌细胞 NCI-446 和人大肠癌细胞 SWWC116 的生长和集落形成有明显的抑制作用。

2.2 抗寄生虫作用

Ropivia 等^[43]从黄唐松草 *T. flavum* L. 中分离得到 12 种生物碱, 并进行抗疟和抗活性评价, 这些生物碱均显示较强的抗恶性疟原虫 *Plasmodium falciparum* Welch. 和利什曼原虫 *Leishmania infantum* 的活性。Lin 等^[32]测试了从大叶唐松草中得到的 3 个生物碱具有显著的抗恶性疟原虫活性, ED_{50} 值分别是 2.7、1.8、1.8 $\mu\text{g}/\text{mL}$, 对氯喹敏感株 (D-6) 和氯喹耐药株 (W-2) 活性更强。

2.3 抗血小板聚集作用

田泽等^[44]对从狭序唐松草中分离得到 3 种类型生物碱进行了体外抗血小板聚集作用研究, 二聚生物碱双苄基异喹啉 (BBI) 和阿朴菲 - 苄基异喹啉类 (ABI) 能够抑制二磷酸腺苷和胶原诱导的血小板聚集作用, 且 BBI 强于 ABI, 而阿朴菲类作用较弱或基本无作用。

2.4 抗矽肺作用

毕常康等^[45]对 7 种唐松草属植物对大鼠经气管急性染尘复制的实验性矽肺的影响进行了研究, 结果表明, 多枝唐松草 *T. ramosum* Boivin、偏翅唐松草、邵通唐松草、东亚唐松草 *T. minus* L. var. *hypoleucum* (Sieb. et Zucc.) Miq.、短梗箭头唐松草 *T. simplex* var. *brevi-pes* Hara 总生物碱对矽肺大鼠早期治疗显示较好疗效, 其中东亚唐松草总生物碱治疗病后矽肺显示了良好效果, 毛发唐松草和弯柱唐松草未显示抗矽肺作用。

2.5 抗病毒作用

从箭头唐松草中分离得到的帕威类生物碱 (-)-thalimonine 和 (-)-thalimonine N-oxide 具有显著地体外抗流感病毒复制的作用, 其中 (-)-thalimonine 抑制 A/Weybridge (H₇N₇) 和 A/Rostock (H₇N₁) 病毒在鸡胚成纤维细胞中复制的 EC_{50} 值分别为 0.1、0.6 $\mu\text{g}/\text{mL}$, 有可能成为抗病毒新药的候选物, 值得深入研究^[46]。

3 结语

我国唐松草属植物资源丰富, 在民间应用广泛。

唐松草属植物中生物碱结构类型繁多, 主要包括简单异喹啉类、苜蓿基异喹啉类、阿朴菲类、原小檗碱类、吗啡烷类、异帕威类等异喹啉类生物碱以及二聚生物碱。多具有较强的抗肿瘤活性, 其作用机制有待深入探究。多种唐松草总生物碱具有抗矽肺作用, 其药效物质是什么, 是否可以用于预防和治疗环境污染引起的疾病, 尤其在环境污染日趋严重的当今, 应给予广泛的关注。总之, 唐松草属植物中生物碱类在新药开发方面, 尤其是抗肿瘤、抗病毒方面具有广阔的应用前景, 值得深入研究。

参考文献

- [1] 中国科学院中国植物志编委会. 中国植物志 [M]. 第27卷. 北京: 科学出版社, 1979: 502-592.
- [2] 余世春. 鞭柱唐松草与长柄唐松草化学成分及毛茛科次生代谢产物的化学系统学意义 [D]. 北京: 北京协和医学院, 1999.
- [3] 高光耀. 狭序唐松草化学成分研究及系统学意义初探 [D]. 北京: 北京协和医学院, 1999.
- [4] Al-Rehaily A J, Sharaf M H M, Zemaitis M A, et al. Thalprzewalskiinone, a new oxobenzylisoquinoline alkaloid from *Thalictrum przewalskii* [J]. *J Nat Prod*, 1999, 62(1): 146-148.
- [5] 汪 冶, 杨小生, 赵 超, 等. 滇产偏翅唐松草化学成分 [J]. *天然产物研究与开发*, 2002, 14(5): 24-25.
- [6] 梁志远, 汪 冶, 杨小生, 等. 小叶唐松草化学成分的研究 [J]. *中草药*, 2004, 35(3): 243-245.
- [7] Al-Rehaily A J, Gao C Y, Martin G E, et al. Thalpetaline: a new alkaloid of *Thalictrum petaloideum* var *supradecompositum* [J]. *Planta Med*, 1998, 64(7): 681.
- [8] 汪 冶, 杨小生, 罗 波, 等. 偏翅唐松草化学成分的研究 [J]. *植物学报*, 2003, 45(4): 500-502.
- [9] Liang Z Y, Yang X S, Wang Y, et al. Two new oxoaporphine alkaloids from *Thalictrum elegans* [J]. *Chin J Chem*, 2005, 23(7): 895-897.
- [10] Zhang G L, Rucker G, Breitmeier E, et al. Alkaloids from *Thalictrum przewalskii* [J]. *Planta Med*, 1998, 64(2): 165-171.
- [11] Velcheva M P, Danghaaghiin SSamdanghiin Z, Yansanghiin Z, et al. Epimeric pavinic N-oxides from *Thalictrum simplex* [J]. *Phytochemistry*, 1995, 39(3): 683-687.
- [12] Velcheva M P, Petrova RRSamdanghiin Z, Danghaaghiin S, et al. Isoquinoline alkaloid N-oxides from *Thalictrum simplex* [J]. *Phytochemistry*, 1996, 42(2): 535-537.
- [13] 高光耀, 陈四保, 王立为, 等. 狭序唐松草化学成分的研究(III) [J]. *中草药*, 2000, 31(5): 324-326.
- [14] 高光耀, 王立为, 陈四保, 等. 狭序唐松草化学成分的研究 I [J]. *中国药学杂志*, 1999, 34(3): 157-159.
- [15] Lee S S, Doskotch R W. Faurine and *O*-methylfaurine, two novel benzyl-aporphine dimers from *Thalictrum fauriei* [J]. *J Nat Prod*, 1996, 59(8): 738-743.
- [16] Al-Howiriny T A, Zemaitis M A, Lin F T, et al. Alkaloids of *Thalictrum angustifolium* [J]. *J Herb Pharmacother*, 2002, 2(2): 1-10.
- [17] Li M, Chen X, Tang Q M, et al. Isoquinoline alkaloids from *Thalictrum delavayi* [J]. *Planta Med*, 2001, 67(2): 189-190.
- [18] Al-Howiriny T A, Zemaitis M A, Gao C Y, et al. Thalibealine, a novel tetrahydroprotoberberine-aporphine dimeric alkaloid from *Thalictrum wangii* [J]. *J Nat Prod*, 2001, 64(6): 819-822.
- [19] Erdemgil F Z, Telezhenetskaya M V, Baser K H C, et al. Alkaloids of *Thalictrum orientale* growing in Turkey [J]. *Chem Nat Comp*, 2000, 36(2): 223-224.
- [20] Istakova R., Philipov S, Sidjimov A, et al. Alkaloid content of *Thalictrum foetidum* L [J]. *Comptes Rendus de l'Academie Bulgare des Sciences*, 2008, 61(2): 181-186.
- [21] Milan P, Rade D, Olga G, et al. Chemical and cytological investigation of *Thalictrum flavum* L. from the VoJvodina region [J]. *J Serbian Chem Soc*, 1996, 61(3): 159-164.
- [22] Istakova R, Tashev A, Popova P, et al. Alkaloid composition of *Thalictrum minus* L. subsp. *minus* (Ranunculaceae Juss.) [J]. *Comptes Rendus de l'Academie Bulgare des Sciences*, 2011, 64(8): 1109-1116.
- [23] Luo Y Q, Bo T, Li M, et al. Optimized separation of isoquinoline alkaloids in *Thalictrum* herbal medicine by microemulsion electrokinetic chromatography [J]. *J Liq Chromatogr Relat Technol*, 2003, 26(11): 1719-1730.
- [24] Kintsurashvili L, Vachnadze V. Alkaloids from *Thalictrum triternatum* Rupr., growing in Georgia [J]. *Izvestiya Akademii Nauk Gruzii, Seriya Khimicheskaya*, 1997, 23(1/4): 172-173.
- [25] Sidjimov A K. Biosynthesis of isonorargemonine, eschscholtzidine and 4-hydroxyeschscholtzidine in *Thalictrum minus* [J]. *Planta Med*, 1997, 63(6): 533-535.
- [26] Sidjimov A K, Tawara J N, Stermitz F R, et al. An isopavine alkaloid from *Thalictrum minus* [J]. *Phytochemistry*, 1998, 48(2): 403-405.
- [27] Lee S S, Doskotch R W. Four dimeric aporphine-containing alkaloids from *Thalictrum fauriei* [J]. *J Nat Prod*, 1999, 62(6): 803-810.
- [28] 陈四保, 高光耀, 陈士林, 等. 狭序唐松草中双苜蓿基异喹啉生物碱成分的研究 [J]. *中草药*, 2005, 36(4): 487-490.
- [29] Gao G Y, Chen S B, Chen S L, et al. Novel dimeric alkaloids from the roots of *Thalictrum atriplex* [J]. *J*

- Asian Nat Prod Res*, 2005, 7(6): 805-809.
- [30] 张现涛, 张雷红, 王 英, 等. 华东唐松草的化学成分 [J]. 中国天然药物, 2009, 7(4): 293-296.
- [31] 潘 正, 高运玲, 蔡应繁. 短梗箭头唐松草化学成分研究 [J]. 中成药, 2011, 33(4): 658-660.
- [32] Lin L Z, Hu S F, Chu M, *et al.* Phenolic aporphine-benzylisoquinoline alkaloids from *Thalictrum faberi* [J]. *Phytochemistry*, 1999, 50(5): 829-834.
- [33] Lee S S, Wu W N, Wilton J H, *et al.* Longiberine and *O*-methyllongiberine, dimeric protoberberine-benzyl tetrahydroisoquinoline alkaloids from *Thalictrum longistylum* [J]. *J Nat Prod*, 1999, 62(10): 1410-1414.
- [34] 林翠梧, 苏镜娱, 曾陇梅, 等. 新的醚链双生物碱尖叶唐松草阿原碱的结构测定 [J]. 高等学校化学学报, 2000, 21(12): 1820-1823.
- [35] 陈 琪, 戚穗坚, 彭文烈, 等. 新型植物来源生物碱—唐松草阿原碱对人体肿瘤细胞株的细胞毒性研究 [J]. 中山大学学报: 自然科学版, 2001, 40(4): 9-12.
- [36] Chen Q, Peng W, Xu A. Apoptosis of a human non-small cell lung cancer (NSCLC) cell line, PLA-801, induced by acutiaporberine, a novel bisalkaloid derived from *Thalictrum acutifolium* (Hand.-Mazz) Boivin [J]. *Biochem Pharmacol*, 2002, 63(8): 1389-1396.
- [37] Dong Y, Yang M M, Kwan C Y. *In vitro* inhibition of proliferation of HL-60 cells by tetrandrine and coriolus versicolor peptide derived from Chinese medicinal herbs [J]. *Life Sci*, 1997, 60(8): PL135-140.
- [38] Leung Y M, Berd I K M, Kwan C Y, *et al.* Effects of tetrandrine and closely related bisbenzylisoquinoline derivatives on cytosolic Ca²⁺ in human leukaemic HL-60 cells: a structure- activity relationship study [J]. *Clin Exp Pharmacol Physiol*, 1996, 23(8): 653 - 659.
- [39] Oh S H, Lee B H. Induction of apoptosis in human hepatoblastoma cells by tetrandrine via caspase-dependent bid cleavage and cytochrome c release [J]. *Biochem Pharmacol*, 2003, 66(5): 725-731.
- [40] 赵小英, 张晓红, 徐 磊, 等. 钙调素拮抗剂小檗胺逆转 K562/ADR 细胞株多药耐药的研究 [J]. 药物分析杂志, 2003, 23(6): 402-406.
- [41] 唐亚林, 谭 莉, 戴 玮, 等. 马尾连提取物在制备抗肿瘤药物中的应用 [P]. 中国: 200810115675.5, 2008-11-19.
- [42] 敖恩宝力格, 王金姐, 邵丽华. 瓣蕊唐松草根茎总生物碱的体外抗肿瘤活性研究 [J]. 辽宁中医药大学学报, 2011, 13(4): 65-66
- [43] Ropivia J, Derbre S, Rouger C, *et al.* Isoquinolines from the roots of *Thalictrum flavum* L. and their evaluation as antiparasitic compounds [J]. *Molecules*, 2010, 15(9): 6476-6484.
- [44] 田 泽, 高光耀, 杨峻山, 等. 狭序唐松草中三类生物碱对血小板聚集的影响 [J]. 中草药, 2000, 31(11): 839-841.
- [45] 毕常康, 晏淑清. 七种唐松草属植物抗矽肺作用的实验研究 [J]. 中药药理与临床, 1995(6): 43-44.
- [46] Serkedjieva J, Velcheva M. *In vitro* anti-influenza virus activity of isoquinoline alkaloids from *Thalictrum* species [J]. *Planta Med*, 2003, 69(2): 153-154.