

• 综 述 •

重楼属植物化学成分及药理活性研究进展

杨远贵^{1,2,3}, 张 霖^{1,2}, 张金渝^{1,2}, 王元忠^{1,2*}

1. 云南省农业科学院药用植物研究所, 云南 昆明 650200

2. 云南省省级中药原材料质量监测技术服务中心, 云南 昆明 650200

3. 云南中医学院中药学院, 云南 昆明 650500

摘 要: 重楼属 *Paris* 隶属于百合科 (Liliaceae), 全世界共有 24 个种, 我国有 19 个种, 分布于云南、贵州、四川等西南地区。其主要化学成分有甾体皂苷类、黄酮类、三萜类、脂肪酸类等, 具有抗肿瘤、抗菌、止血、驱虫等药理作用。总结了重楼属植物系统分类、化学成分和药理作用的研究现状, 以期为该属植物的进一步研究提供参考。

关键词: 重楼属; 甾体皂苷类; 黄酮类; 抗肿瘤; 止血

中图分类号: R282.71 **文献标志码:** A **文章编号:** 0253-2670(2016)18-3301-23

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2016.18.027

Research progress in chemical constituents in plants of *Paris* L. and their pharmacological effectsYANG Yuan-gui^{1,2,3}, ZHANG Ji^{1,2}, ZHANG Jin-yu^{1,2}, WANG Yuan-zhong^{1,2}

1. Institute of Medicinal Plants, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming 650200, China

2. Yunnan Technical Center for Quality of Chinese Materia Medica, Kunming 650200, China

3. College of Chinese Materia Medica, Yunnan University of Traditional Chinese Medicine, Kunming 650500, China

Abstract: The genus *Paris* L. (Family Liliaceae) concerns 24 species all over the world, and 19 species are native to China especially in the southwest of China. Steroid saponins, flavonoid, triterpenes, and fatty acids are the major bioactive components in the plants of *Paris* L. Modern pharmacological researches demonstrate that the plants in this genus have many biological activities, such as antitumor, antibacterial, hemostatic, anthelmintic effect, etc. In this paper, the systematic classification, chemical constituents, and pharmacological effects of plants in *Paris* L. have been summarized. It may provide the reference for the further studies of this genus.

Key words: *Paris* L.; steroid saponins; flavonoids; antitumor; hemostatic

重楼属 *Paris* L. 植物系百合科 (Liliaceae) 多年生草本, 全世界共有 24 个种, 分布于亚欧大陆的热带及温带地区, 我国有 19 个种, 主要分布在云南、贵州、四川等西南地区^[1]。重楼在我国民间具有悠久的药用历史, 《本草纲目》记载, 名为“蚤休”, 来源于重楼属的多个种, “治惊风, 摇头弄舌, 热气在腹中, 癰疾, 痈疮阴蚀, 下三虫, 去毒蛇”^[2]。《滇南本草》记载重楼来源为滇重楼, “外科之至药也, 主治一切无名肿毒, 利小便”^[3]。《中国药典》2015 年版记载为云南重楼或七叶一枝花的干燥根茎, 功能主治为“清热解毒, 消肿止痛, 凉肝定惊

等, 用于疔疮痈肿, 咽喉肿痛, 虫蛇咬伤, 跌扑伤痛, 惊风抽搐”^[4]。现代研究表明其主要化学成分为甾体皂苷类、黄酮类、三萜类、脂肪酸类等, 具有抗肿瘤、抗菌、止血、驱虫等药理作用^[5]。近年来, 国内外学者对该属植物进行了广泛研究, 本文对重楼属植物的系统分类、化学成分和药理作用进行综述, 为深入研究重楼属植物提供参考。

1 重楼属植物分类

1888 年 Franchet 将重楼属分为 Sect. *Euparis* 和 Sect. *Euthyra* 2 个组, 此后, 国内外学者将本属植物进行多次分组。我国植物学家李恒根据植物形态特

收稿日期: 2016-05-13

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (81460584); 农业部公益性行业科研专项 (201303117)

作者简介: 杨远贵, 男, 硕士研究生, 研究方向为中药资源开发与利用。E-mail: ygyang2015@126.com

*通信作者 王元忠, 研究方向为药用植物资源开发。E-mail: boletus@126.com

征及演化趋势, 确定了新的分类系统^[1], 包括 8 个组, 24 个种, 12 个变种, 2 个变型。本文归纳了该属植物的组别、种名、拉丁名以及分布地域, 见表 1。

表 1 重楼属植物种类及资源分布
Table 1 Species and distribution of plants in *Paris* L.

组别	种名	拉丁名	分布
海南组	海南重楼	<i>P. dunniana</i>	贵州贵定、海南
蚤休组	凌云重楼	<i>P. cronquistii</i>	云南东南部、广西西南部、贵州南部
	西畴重楼	<i>P. cronquistii</i> var. <i>xichouensis</i>	云南西畴县
	南重楼	<i>P. vietnamensis</i>	广西西南部、西部, 云南东南部、南部和西部
	缅甸重楼	<i>P. birmanica</i>	缅甸掸邦
	金钱重楼	<i>P. delavayi</i>	云南东北部、四川南部、湖南西部、湖北西部、贵州梵净山
	卵叶重楼	<i>P. delavayi</i> var. <i>petiolata</i>	云南东北部至东南部、贵州(毕节)、四川、广西(龙山)
	大理重楼	<i>P. daliensis</i>	云南大理
	多叶重楼	<i>P. polyphylla</i>	西藏南部、云南、四川、贵州、广西、广东等省
	滇重楼	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	云南、四川、贵州
	七叶一枝花	<i>P. polyphylla</i> var. <i>chinensis</i>	云南、四川、贵州、江苏、浙江等省
	矮重楼	<i>P. polyphylla</i> var. <i>nana</i>	四川宜宾
	白花重楼	<i>P. polyphylla</i> var. <i>alba</i>	云南(大理)、贵州(惠水)、湖北(鹤丰)
	狭叶重楼	<i>P. polyphylla</i> var. <i>stenophylla</i>	西藏、云南、四川、陕西、江苏等省
	宽叶重楼	<i>P. polyphylla</i> f. <i>latifolia</i>	山西、陕西、甘肃、湖北等省
	长药隔重楼	<i>P. polyphylla</i> var. <i>pseudothibetica</i>	云南东北部经四川南部、贵州至川东和鄂西
	大萼重楼	<i>P. polyphylla</i> f. <i>macrosepala</i>	云南东北部、四川、贵州(遵义)
	卷瓣重楼	<i>P. undulatis</i>	四川峨眉山
	毛重楼	<i>P. mairei</i>	云南西北部、西部至东北部, 四川西部至南部、贵州西部
	花叶重楼	<i>P. marmorata</i>	西藏南部、云南、四川、重庆南川
	禄劝花叶重楼	<i>P. luquanensis</i>	四川南部、云南(禄劝、屏边)
球药隔组	球药隔重楼	<i>P. fargesii</i>	四川东部、湖北西部、贵州至云南
	宽瓣球药隔重楼	<i>P. fargesii</i> var. <i>latipetala</i>	贵州贵定
	短瓣球药隔重楼	<i>P. fargesii</i> var. <i>brevipetalata</i>	云南、四川、贵州、广西、湖南等省
黑籽组	黑籽重楼	<i>P. thibetica</i>	西藏南部、云南西北部至西部、四川西部、甘肃南部
	无瓣黑籽重楼	<i>P. thibetica</i> var. <i>apetala</i>	西藏南部、云南西北部、四川西南部
五指莲组	五指莲	<i>P. axialis</i>	四川西部和南部、云南东南部、贵州西北部
	红果五指莲	<i>P. axialis</i> var. <i>rubra</i>	贵州水城县
	平伐重楼	<i>P. vaniotii</i>	贵州贵定、惠水、湖南衡山
	长柱重楼	<i>P. forrestii</i>	西藏东南部、云南西北部和西部
	皱叶重楼	<i>P. rugosa</i>	云南贡山县独龙江江中下游河谷
	独龙重楼	<i>P. dulongensis</i>	云南贡山县独龙江江中下游河谷
北重楼组	巴山重楼	<i>P. bashanensis</i>	四川宝兴、茂汶等、湖北鹤丰、兴山
	北重楼	<i>P. verticillata</i>	黑龙江、吉林、辽宁、陕西、甘肃等省
	日本四叶重楼	<i>P. tetraphylla</i>	萨哈林岛南部至北海道、本州、四国
	无瓣重楼	<i>P. incompleta</i>	格鲁吉亚、高加索山脉
	四叶重楼	<i>P. quadrifolia</i>	自斯堪的纳维亚至地中海
日本重楼组	日本重楼	<i>P. japonica</i>	日本本州北部和中部的高山上

2 化学成分

重楼属的化学成分研究可追溯到 1962 年,黄伟光等^[6]从重楼中分离出甾体皂苷成分。此后,国内外学者研究报道,包括甾体皂苷类、胆甾醇类、

C₂₁ 甾体化合物、植物甾醇类、昆虫变态激素、三萜类化合物、黄酮类化合物以及其他类化学成分。本文总结了从 1962 年到 2015 年从该属植物中提取分离出的 211 个化合物(表 2)。

表 2 重楼属植物中的化学成分

Table 2 Chemical constituents of plants in *Paris* L.

序号	名称	种类	药用部位	文献
1	薯蓣皂苷元(diosgenin)	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	6
		<i>P. fargesii</i>	根状茎	7
		<i>P. dunniana</i>	根状茎	7
		<i>P. thibetica</i>	根状茎	7
		<i>P. polyphylla</i> var. <i>chinensis</i>	根状茎	7
		<i>P. axialis</i>	根状茎	8
		<i>P. polyphylla</i> var. <i>pseudothibetica</i>	根状茎	9
		<i>P. bashanensis</i>	根状茎	10
		<i>P. mairei</i>	根状茎	11
2	重楼皂苷 C (polyphyllin C)	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	块茎	12
3	diosgenin-3- <i>O</i> -Rha (1→3) [Ara (1→4)]-Glc	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	块茎	12
		<i>P. bashanensis</i>	根状茎	10
4	重楼皂苷 E (polyphyllin E)	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	块茎	12
5	重楼皂苷 F (polyphyllin F)	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	块茎	12
6	重楼皂苷 I [polyphyllin I (Pa)]	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	13
		<i>P. axialis</i>	根状茎	14
		<i>P. delavayi</i>	根状茎	14
		<i>P. polyphylla</i> var. <i>chinensis</i>	根状茎	15
		<i>P. vietnamensis</i>	根状茎	16
		<i>P. polyphylla</i> var. <i>stenophylla</i>	根状茎	17
		<i>P. verticillata</i>	根状茎	18
		<i>P. mairei</i>	根状茎	19
		<i>P. bashanensis</i>	根状茎	20
		<i>P. polyphylla</i> var. <i>pseudothibetica</i>	根状茎	9
		<i>P. fargesii</i>	根状茎	21
		<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	13
		<i>P. dunniana</i>	根状茎	14
7	重楼皂苷 II [polyphyllin II (Pb)]	<i>P. vietnamensis</i>	根状茎	16
		<i>P. polyphylla</i> var. <i>chinensis</i>	根状茎	22
		<i>P. verticillata</i>	根状茎	23
		<i>P. axialis</i>	根状茎	24
		<i>P. fargesii</i>	根状茎	21
		<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	茎和叶	25
		<i>P. bashanensis</i>	根状茎	10
		<i>P. mairei</i>	根状茎	11
		<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	13
		<i>P. mairei</i>	根状茎	23
8	重楼皂苷 III (polyphyllin III)	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	茎和叶	25
		<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	26
9	延龄草素(trillin)	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	26

续表 2

序号	名称	种类	药用部位	文献
10	重楼皂苷 V (polyphyllin V)	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	26
		<i>P. axialis</i>	根状茎	14
		<i>P. polyphylla</i> var. <i>chinensis</i>	根状茎	14
		<i>P. delavayi</i>	根状茎	27
		<i>P. vietnamensis</i>	根状茎	16
		<i>P. polyphylla</i> var. <i>stenophylla</i>	根状茎	17
		<i>P. verticillata</i>	根状茎	23
		<i>P. mairei</i>	根状茎	23
		<i>P. fargesii</i>	根状茎	21
		<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	茎和叶	25
11	纤细皂苷 (gracillin)	<i>P. bashanensis</i>	根状茎	10
		<i>P. axialis</i>	根状茎	28
		<i>P. polyphylla</i> var. <i>chinensis</i>	根状茎	15
		<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	29
		<i>P. delavayi</i>	根状茎	27
		<i>P. vietnamensis</i>	根状茎	16
		<i>P. polyphylla</i> var. <i>pseudothibetica</i>	根状茎	30
12	diosgenin-3- <i>O</i> -Ara (1→4)-Glc	<i>P. fargesii</i>	根状茎	31
		<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	14
		<i>P. vietnamensis</i>	根状茎	16
13	diosgenin-3- <i>O</i> -Rha (1→4)-Glc	<i>P. mairei</i>	根状茎	19
		<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	32
14	reclinatoside	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	茎和叶	25
		<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	33
15	loureiroside	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	33
16	diosgenin-3- <i>O</i> -Rha (1→4) [Ara(1→2)]-Glc	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	30
17	diosgenin-3- <i>O</i> -Api (1→3) [Rha (1→2)]-Glc	<i>P. polyphylla</i> var. <i>pseudothibetica</i>	根状茎	34
18	diosgenin-3- <i>O</i> -Glc (1→6)-Glc	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根	35
19	diosgenin-3- <i>O</i> -Glc (1→6)-Glc (1→2)-Glc	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根	35
20	diosgenin-3- <i>O</i> -Rha (1→4)-Rha (1→4)-Glc	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根	35
21	diosgenin-3- <i>O</i> -Rha (1→4) [Rha (1→4)]-Glc	<i>P. verticillata</i>	地上部分	36
22	偏诺皂苷元 (pennogenin)	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	7
		<i>P. fargesii</i>	根状茎	7
		<i>P. polyphylla</i> var. <i>chinensis</i>	根状茎	7
		<i>P. quadrifolia</i>	根状茎	37
		<i>P. mairei</i>	根状茎	11
23	pennogenin-3- <i>O</i> -Glc (1→3) [Rha (1→2)]-Glc	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	12
		<i>P. axialis</i>	根状茎	28
		<i>P. vietnamensis</i>	根状茎	16
		<i>P. fargesii</i>	根状茎	31
		<i>P. mairei</i>	根状茎	11
24	重楼皂苷 VII [polyphyllin VII (Tg)]	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	38
		<i>P. quadrifolia</i>	根状茎	37
		<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	种子	39
		<i>P. luquanensis</i>	根状茎	40
		<i>P. delavayi</i>	根状茎	27

续表 2

序号	名称	种类	药用部位	文献
25	重楼皂苷 H (paris saponin H)	<i>P. vietnamensis</i>	根状茎	16
		<i>P. polyphylla</i> var. <i>stenophylla</i>	根状茎	17
		<i>P. verticillata</i>	根状茎	18
		<i>P. mairei</i>	根状茎	19
		<i>P. axialis</i>	根状茎	19
		<i>P. bashanensis</i>	根状茎	20
		<i>P. polyphylla</i> var. <i>pseudothibetica</i>	根状茎	41
		<i>P. fargesii</i>	根状茎	21
		<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	茎和叶	25
		<i>P. verticillata</i>	地上部分	36
		<i>P. polyphylla</i> f. <i>latifolia</i>	根状茎	42
		<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	38
		<i>P. luquanensis</i>	根状茎	40
		<i>P. axialis</i>	根状茎	14
		<i>P. dunniana</i>	根状茎	14
		<i>P. polyphylla</i> var. <i>chinensis</i>	根状茎	15
		<i>P. delavayi</i>	根状茎	27
		<i>P. vietnamensis</i>	根状茎	16
		<i>P. polyphylla</i> var. <i>stenophylla</i>	根状茎	17
		<i>P. verticillata</i>	根状茎	18
		<i>P. mairei</i>	根状茎	19
		<i>P. bashanensis</i>	根状茎	20
		<i>P. polyphylla</i> var. <i>pseudothibetica</i>	根状茎	30
		<i>P. fargesii</i>	根状茎	21
26	chonglouside H	<i>P. quadrifolia</i>	根状茎	37
		<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	地上部分	43
		<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	33
		<i>P. polyphylla</i> var. <i>pseudothibetica</i>	根状茎	30
		<i>P. bashanensis</i>	根状茎	10
		<i>P. polyphylla</i> f. <i>latifolia</i>	根状茎	42
27	重楼皂苷 VI [polyphyllin VI (Tb)]	<i>P. axialis</i>	根状茎	14
		<i>P. delavayi</i>	根状茎	14
		<i>P. polyphylla</i> var. <i>chinensis</i>	根状茎	15
		<i>P. vietnamensis</i>	根状茎	16
		<i>P. polyphylla</i> var. <i>stenophylla</i>	根状茎	17
		<i>P. verticillata</i>	根状茎	23
		<i>P. mairei</i>	根状茎	23
		<i>P. polyphylla</i> var. <i>pseudothibetica</i>	根状茎	44
		<i>P. fargesii</i>	根状茎	21
		<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	茎和叶	25
		<i>P. bashanensis</i>	根状茎	10

续表 2

化合物	名称	种类	药用部位	文献
28	pennogenin-3- <i>O</i> -Ara (1→4)-Glc	<i>P. vietnamensis</i>	根状茎	14
		<i>P. polyphylla</i> var. <i>chinensis</i>	根状茎	15
		<i>P. verticillata</i>	根状茎	18
		<i>P. mairei</i>	根状茎	19
		<i>P. axialis</i>	根状茎	23
		<i>P. polyphylla</i> var. <i>pseudothibetica</i>	根状茎	9
		<i>P. fargesii</i>	根状茎	31
29	pennogenin-3- <i>O</i> -Glc	<i>P. polyphylla</i> var. <i>chinensis</i>	根状茎	15
		<i>P. polyphylla</i> var. <i>pseudothibetica</i>	根状茎	30
		<i>P. fargesii</i>	根状茎	31
30	pennogenin-3- <i>O</i> -Rha (1→2) [Xyl (1→5)-Ara (1→4)]-Glc	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	45
		<i>P. polyphylla</i> var. <i>pseudothibetica</i>	根状茎	30
31	pennogenin-3- <i>O</i> -Rha (1→4)-Glc	<i>P. verticillata</i>	根状茎	18
32	pennogenin-3- <i>O</i> -Api (1→3) [Rha (1→2)]-Glc	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	34
33	pennogenin-3- <i>O</i> -Glc-(1→5)-Ara (1→4) [Rha (1→2)]-Glc	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	34
34	pennogenin-3- <i>O</i> -Xyl-(1→5)-Ara (1→4) [Rha (1→2)]-Glc	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	34
35	pennogenin-3- <i>O</i> -Rha (1→4)-Rha (1→4)-Glc	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	茎和叶	25
		<i>P. verticillata</i>	地上部分	36
36	1-dehydrotrillenogenin	<i>P. quadrifolia</i>	根状茎	37
37	24- <i>ol</i> -pennogenin-3- <i>O</i> -Glc (1→3) [Rha(1→2)]-Glc	<i>P. axialis</i>	根状茎	28
38	24- <i>ol</i> -pennogenin-3- <i>O</i> -Ara (1→4) [Rha (1→2)]-Glc	<i>P. axialis</i>	根状茎	14
39	27- <i>ol</i> -pennogenin	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	地上部分	46
40	polyphylloside III	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	地上部分	47
41	27,23β-diol-pennogenin	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	地上部分	46
42	polyphylloside IV	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	地上部分	47
43	parisvietnaside A	<i>P. vietnamensis</i>	根状茎	16
44	parisyunnanoside C	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	33
45	(25 <i>R</i>)-spirost-7 (8)-ene-3β,6β-diol-3- <i>O</i> -Glc (1→3)-[Rha (1→2)]-Glc	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	33
46	24- <i>O</i> -Gal-(23 <i>S</i> ,24 <i>S</i>)-spirosta-5,25 (27)-diene-1β,3β,23,24-tetrol-1- <i>O</i> -Xyl (1→6)-Glc (1→3) [Rha(1→2)]-Glc	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	48
47	parisyunnanoside I	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	49
48	parisyunnanoside D	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	50
49	(25 <i>R</i>)-spirost-5-en-3β,7β-diol-3- <i>O</i> -Glc-(1→3) [Rha (1→2)]-Glc	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	34
50	(25 <i>R</i>)-spirost-5-en-3β,7β-diol-3- <i>O</i> -Ara (1→4)-Glc	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	34
51	parisyunnanoside E	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	50
52	chonglouoside SL-1	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	茎和叶	25
53	sansevierin A	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	茎和叶	25
54	disoseptemloside D	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	茎和叶	25
55	disoseptemloside E	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	茎和叶	25
56	21- <i>O</i> -Api-24- <i>O</i> -Fuc-(23 <i>S</i> ,24 <i>S</i>)-spirosta-5,25 (27)-diene-1β,3β,21,23,24-pentol-1- <i>O</i> -Api (1→3)-Rha (1→2) [Xyl (1→3)]-Glc	<i>P. quadrifolia</i>	根状茎	51

续表 2

化合物	名称	种类	药用部位	文献
57	(3 β ,5 α ,6 β ,25 <i>R</i>)-spirostane-3,5,6-triol-3- <i>O</i> -Rha (1 $\rightarrow$ 2)-Glc	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	34
58	(3 β ,5 α ,6 β ,25 <i>R</i>)-spirostane-3,5,6-triol-3- <i>O</i> -Api (1 $\rightarrow$ 3)-[Rha (1 $\rightarrow$ 2)]-Glc	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	34
59	(3 β ,25 <i>R</i>)-3-ol-spirost-5-en-7-one-3- <i>O</i> -Rha (1 $\rightarrow$ 2)-Glc	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	34
60	chonglouoside SL-5	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	茎和叶	25
61	chonglouoside SL-6	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	茎和叶	25
62	chonglouoside SL-2	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	茎和叶	25
63	chonglouoside SL-3	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	茎和叶	25
64	chonglouoside SL-4	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	茎和叶	25
65	chonglouoside SL-17	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	茎和叶	52
66	chonglouoside SL-18	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	茎和叶	52
67	borassoside B	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	茎和叶	52
68	pariposide A	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根	35
69	pariposide B	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根	35
70	pariposide C	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根	35
71	pariposide D	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根	35
72	parisyunnanoside G	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	49
73	parisyunnanoside H	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	49
74	padelaoside B	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	49
75	parisverticoside C	<i>P. verticillata</i>	地上部分	36
76	parisverticoside B	<i>P. verticillata</i>	地上部分	36
77	chonglouoside SL-16	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	茎和叶	52
78	(23 <i>S</i> ,25 <i>S</i>)-spirost-5-en-3 β ,23,27-triol-3- <i>O</i> -Glc (1 $\rightarrow$ 6)-Glc	<i>P. polyphylla</i> var. <i>chinensis</i>	根状茎	53
79	dianchonglouoside B	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	54
80	paris saponin XI	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	54
81	(3 β ,25 <i>S</i>)-spirost-5-ene-3,27-diol-3- <i>O</i> -Rha (1 $\rightarrow$ 4) Rha (1 $\rightarrow$ 4) [Rha (1 $\rightarrow$ 2)]-Glc	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	34
82	(3 β ,17 α ,25 <i>S</i>)-spirost-5-ene-3,17,27-triol-3- <i>O</i> -Ara (1 $\rightarrow$ 4)-Glc	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	34
83	dianchonglouoside A	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	54
84	disoseptemloside H	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	茎和叶	25
85	(25 <i>S</i>)-spirost-5-en-3 β ,25-diol-3- <i>O</i> -Rha (1 $\rightarrow$ 2)-Glc	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	茎和叶	25
86	parisverticoside A	<i>P. verticillata</i>	地上部分	36
87	重楼皂苷 G (polyphyllin G)	<i>P. polyphylla</i>	根状茎	55
88	trigofoenoside A	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	56
89	protogracillin	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	56
90	dichotomin (proto-Pb)	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	33
		<i>P. verticillata</i>	地上部分	36
91	parisaponin I	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	56
		<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	茎和叶	25

续表 2

化合物	名称	种类	药用部位	文献
92	polyphyllin H	<i>P. polyphylla</i>	根状茎	55
93	26- <i>O</i> -Glc-25 (<i>R</i>)-22-methoxy-furost-5-en-3 β ,26-diol-3- <i>O</i> -Rha (1 $\rightarrow$ 2) [Ara(1 $\rightarrow$ 4)]-Glc	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	38
94	26- <i>O</i> -Glc-25 (<i>R</i>)-22-methoxy-furost-5-en-3 β ,26-diol-3- <i>O</i> -Rha (1 $\rightarrow$ 2) [Rha(1 $\rightarrow$ 4)-Rha (1 $\rightarrow$ 4)]-Glc	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	38
95	26- <i>O</i> -Glc-25 (<i>R</i>)-22-methoxy-furost-5-en-3 β ,26-diol-3- <i>O</i> -Rha (1 $\rightarrow$ 2) [Rha (1 $\rightarrow$ 4)]-Glc	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	茎和叶	25
96	parisyunnanoside B	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	33
97	pseudoproto-Pb	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	33
98	parisyunnanoside A	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	33
99	saponin Th	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i> <i>P. quadrifolia</i> <i>P. verticillata</i>	根状茎 根状茎 地上部分	33 51 36
100	26- <i>O</i> -Glc-(25 <i>R</i>)-5,22-diene-furost-3 β ,20 α ,26-triol-3- <i>O</i> -Rha (1 $\rightarrow$ 2) [Rha(1 $\rightarrow$ 4)]-Glc	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	茎和叶	25
101	smilaxchinoside B	<i>P. verticillata</i>	地上部分	36
102	chonglouoside SL-19	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	茎和叶	52
103	chonglouoside SL-20	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	茎和叶	52
104	25 <i>S</i> -isonuatigenin-3- <i>O</i> -Rha (1 $\rightarrow$ 2) [Rha (1 $\rightarrow$ 4)]-Glc	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	地上部分	57
105	26- <i>O</i> -Glc-nuatigenin-3- <i>O</i> -Rha (1 $\rightarrow$ 2) [Rha (1 $\rightarrow$ 4)]-Glc	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	地上部分	57
106	chonglouoside SL-9	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	茎和叶	52
107	chonglouoside SL-11	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	茎和叶	52
108	chonglouoside SL-12	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	茎和叶	52
109	chonglouoside SL-14	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	茎和叶	52
110	26- <i>O</i> -Glc-nuatigenin-3- <i>O</i> -Rha (1 $\rightarrow$ 2)-Glc	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	茎和叶	52
111	26- <i>O</i> -Glc-nuatigenin-3- <i>O</i> -Rha (1 $\rightarrow$ 4)-Glc	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	茎和叶	52
112	abutiloside L	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	茎和叶	52
113	chonglouoside SL-10	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	茎和叶	52
114	chonglouoside SL-13	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	茎和叶	52
115	chonglouoside SL-15	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	茎和叶	52
116	nuatigenin-3- <i>O</i> -Rha (1 $\rightarrow$ 2)-Glc	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	茎和叶	52
117	parispolyside E	<i>P. polyphylla</i> var. <i>chinensis</i> <i>P. polyphylla</i> var. <i>pseudothibetica</i>	根状茎 根状茎	58 41
118	parispseudoside A	<i>P. polyphylla</i> var. <i>pseudothibetica</i> <i>P. verticillata</i>	根状茎 地上部分	41 36
119	parispseudoside B	<i>P. polyphylla</i> var. <i>pseudothibetica</i>	根状茎	41
120	parisyunnanoside F	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i> <i>P. polyphylla</i> var. <i>pseudothibetica</i>	根状茎 根状茎	50 41
121	parispseudoside C	<i>P. polyphylla</i> var. <i>pseudothibetica</i> <i>P. verticillata</i>	根状茎 地上部分	41 36
122	parisverticoside D	<i>P. verticillata</i>	地上部分	36
123	hypoglaurin H	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i> <i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i> <i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎 地上部分 茎和叶	26 43 25
124	pregna-5,16-dinen-3 β -ol-20-one-3- <i>O</i> -Rha (1 $\rightarrow$ 2) [Rha (1 $\rightarrow$ 4) Rha(1 $\rightarrow$ 4)]-Glc	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i> <i>P. verticillata</i>	地上部分 地上部分	43 36

续表 2

化合物	名称	种类	药用部位	文献
125	21-methoxyl-pregna-5,16-dien-3 β -ol-20-one-3- <i>O</i> -Rha (1 $\rightarrow$ 2) [Rha (1 $\rightarrow$ 4)]-Glc	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	茎和叶	25
126	pregna-5,16-diene-3 β -ol-20-one-3- <i>O</i> -Rha (1 $\rightarrow$ 2)-Rha (1 $\rightarrow$ 2) [Rha (1 $\rightarrow$ 4)]-Glc	<i>P. delavayi</i>	根状茎	59
127	(20 <i>R</i>)-1 β ,3 β ,21-triol-pregn-5-ene-20,16 β -carb lactone-1- <i>O</i> -Rha (1 $\rightarrow$ 2) [Xyl (1 $\rightarrow$ 3)]-Glc	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	60
128	parisyunnanoside J	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	49
129	dumoside	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	茎和叶	61
130	chonglouoside SL-7	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	茎和叶	61
131	chonglouoside SL-8	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	茎和叶	61
132	胡萝卜苷 (daucosterol)	<i>P. luquanensis</i>	根状茎	40
		<i>P. delavayi</i>	根状茎	27
		<i>P. verticillata</i>	根状茎	18
		<i>P. axialis</i>	根状茎	23
		<i>P. mairei</i>	根状茎	23
		<i>P. polyphylla</i> var. <i>pseudothibetica</i>	根状茎	9
		<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根	35
		<i>P. bashanensis</i>	根状茎	10
		<i>P. polyphylla</i> f. <i>latifolia</i>	根状茎	42
133	β 谷甾醇 (β -sitosterol)	<i>P. verticillata</i>	根状茎	18
		<i>P. mairei</i>	根状茎	19
		<i>P. axialis</i>	根状茎	8
		<i>P. polyphylla</i> var. <i>pseudothibetica</i>	根状茎	9
		<i>P. fargesii</i>	根状茎	21
		<i>P. bashanensis</i>	根状茎	10
		<i>P. polyphylla</i> f. <i>latifolia</i>	根状茎	42
134	pariposide F	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根	35
135	(3 β ,22 <i>E</i>)-stigmasta-5,22-dien-3-ol-3- <i>O</i> -Glc	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	62
		<i>P. axialis</i>	根状茎	23
		<i>P. mairei</i>	根状茎	23
		<i>P. polyphylla</i> var. <i>pseudothibetica</i>	根状茎	44
		<i>P. bashanensis</i>	根状茎	10
136	豆甾醇 (stigmasterol)	<i>P. verticillata</i>	根状茎	18
		<i>P. mairei</i>	根状茎	19
		<i>P. axialis</i>	根状茎	8
		<i>P. polyphylla</i> var. <i>pseudothibetica</i>	根状茎	9
137	pariposide E	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根	35
138	α -菠甾醇 (α -spinasterol)	<i>P. mairei</i>	根状茎	11
139	7 β -ol-sitosterol-3- <i>O</i> -Glc	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	茎和叶	52
140	β -蜕皮激素 (β -ecdysone)	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	7
		<i>P. luquanensis</i>	根状茎	40
		<i>P. verticillata</i>	根状茎	18
		<i>P. mairei</i>	根状茎	19
		<i>P. bashanensis</i>	根状茎	20
		<i>P. polyphylla</i> var. <i>pseudothibetica</i>	根状茎	44
		<i>P. fargesii</i>	根状茎	21

续表 2

化合物	名称	种类	药用部位	文献
141	β -蜕皮甾酮 (β -ecdysterone)	<i>P. quadrifolia</i>	根状茎	37
		<i>P. delavayi</i>	根状茎	27
142	5-羟基蜕皮甾酮 (5-hydroxy-ecdysterone)	<i>P. quadrifolia</i>	根状茎	51
143	calonysterone	<i>P. mairei</i>	根状茎	11
144	paritriside A	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	63
145	paritriside B	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	63
146	paritriside C	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	63
147	paritriside D	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	63
148	paritriside E	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	63
149	paritriside F	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	63
150	3 β -ol-oleane-12-en-28-oic acid-3- <i>O</i> -Glc (1 $\rightarrow$ 2)-Ara	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	63
151	3 β -ol-oleane-12-en-28-oic acid-3- <i>O</i> -Glc (1 $\rightarrow$ 2)-Xyl	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	63
152	3 β -ol-oleane-12-en-28-oic acid-3- <i>O</i> -Ara	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	63
153	3 β -ol-oleane-12-en-28-oic acid-3- <i>O</i> -Xyl	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	63
154	3 β -ol-oleane-12-en-28-oic acid-3- <i>O</i> -Glc	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	63
155	3 β -ol-oleane-12-en-28-oic acid-3- <i>O</i> -Rha (1 $\rightarrow$ 2)-Glc	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	63
156	3 β -ol-oleane-12-en-28-oic acid-3- <i>O</i> -Glc (1 $\rightarrow$ 2)-Glc	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	63
157	3 β ,23-diol-oleane-12-en-28-oic acid-3- <i>O</i> -Xyl (1 $\rightarrow$ 2)-Ara	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	63
158	3 β ,23-diol-oleane-12-en-28-oic acid-3- <i>O</i> -Glc (1 $\rightarrow$ 4)-Ara	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	63
159	羽扇豆醇 (lupeol)	<i>P. mairei</i>	根状茎	11
160	lup-20(29)-ene-3 β -yloctacosanoate	<i>P. mairei</i>	根状茎	11
161	chikusetsusaponin IV a methyl ester	<i>P. delavayi</i>	根状茎	59
162	3- <i>O</i> -(6'-butyl ester)-Glc-oleanolic acid-28- <i>O</i> -Glc	<i>P. delavayi</i>	根状茎	59
163	glycoside St-J	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	64
164	methyl ester of glycoside St-J	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	64
165	cussonoside B	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	64
166	kaempferol-3- <i>O</i> -Glc (1 $\rightarrow$ 4)-Glc	<i>P. quadrifolia</i>	根状茎	37
167	kaempferol-3- <i>O</i> -Glc (1 $\rightarrow$ 6)-Glc	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	地上部分	57
168	7- <i>O</i> -Rha-kaempferol-3- <i>O</i> -Glc (1 $\rightarrow$ 6)-Glc	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	地上部分	57
169	山柰酚 (kaempferol)	<i>P. mairei</i>	根状茎	19
		<i>P. axialis</i>	根状茎	23
		<i>P. polyphylla</i> var. <i>pseudothibetica</i>	根状茎	9
170	7- <i>O</i> -Glc-kaempferol-3- <i>O</i> -Glc (1 $\rightarrow$ 2)-Gal	<i>P. quadrifolia</i>	根状茎	51
171	kaempferol-3- <i>O</i> -Glc (1 $\rightarrow$ 3)-Gal	<i>P. quadrifolia</i>	根状茎	51
172	kaempferol-5- <i>O</i> -Rha	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	茎和叶	52
173	7- <i>O</i> -Rha-kaempferol-3- <i>O</i> -Glc	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	茎和叶	52
174	7- <i>O</i> -Glc-kaempferol-3- <i>O</i> -Glc (1 $\rightarrow$ 6)-Glc	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	茎和叶	52
175	isorhamnetin-3- <i>O</i> -neohesperidoside	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	65
176	isorhamnetin-3- <i>O</i> -gentiobioside	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	65
		<i>P. axialis</i>	根状茎	23

续表 2

化合物	名称	种类	药用部位	文献
177	isorhamnetin-3- <i>O</i> -rutinoside	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	66
		<i>P. axialis</i>	根状茎	23
		<i>P. mairei</i>	根状茎	11
178	isorhamnetin-3- <i>O</i> -Glc	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	66
		<i>P. axialis</i>	根状茎	23
179	槲皮素 (quercetin)	<i>P. mairei</i>	根状茎	19
		<i>P. axialis</i>	根状茎	8
180	quercetin-3- <i>O</i> -Gal	<i>P. axialis</i>	根状茎	8
181	芦丁 (rutin)	<i>P. axialis</i>	根状茎	23
		<i>P. polyphylla</i> f. <i>latifolia</i>	根状茎	42
182	myricitrin	<i>P. axialis</i>	根状茎	8
183	kayaflavone	<i>P. axialis</i>	根状茎	8
184	4,2',4'-trihydroxy-chalcone	<i>P. axialis</i>	根状茎	8
185	amentoflavone	<i>P. axialis</i>	根状茎	8
186	木犀草素 (luteolin)	<i>P. axialis</i>	根状茎	23
187	木犀草苷 (luteoloside)	<i>P. axialis</i>	根状茎	23
188	cane sugar	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	7
		<i>P. polyphylla</i> var. <i>pseudothibetica</i>	根状茎	9
189	十六烷酸	<i>P. polyphylla</i> var. <i>chinensis</i>	根状茎	22
190	十七碳烯酸甘油三酯	<i>P. polyphylla</i> var. <i>chinensis</i>	根状茎	22
191	falcarindial	<i>P. polyphylla</i> var. <i>chinensis</i>	根状茎	32
192	1- <i>O</i> -Glc-(2 <i>S</i> ,3 <i>S</i> ,4 <i>E</i> ,8 <i>E</i>)-2[(2' <i>R</i>)-2'-hydroxyhex- adecanoylamino-4(<i>E</i>),8(<i>E</i>)-octadecadiene-1,3-diol	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	62
193	parispolyside F	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	65
194	parispolyside G	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	65
195	2-feruloyl- <i>O</i> - α - <i>D</i> -glucopyranosyl-(1'→2)-3,6- <i>O</i> -feruloyl- β - <i>D</i> -fructofuranoside	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	67
196	heptasaccharide	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	68
197	octasaccharide	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	68
198	1,5-diol-7-methoxy-3-methylanthraquinone	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	69
199	et- α - <i>D</i> -fructofuranoside	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	66
200	4-hydroxymethyl- γ -butyrolactone	<i>P. verticillata</i>	根状茎	67
201	dibutyl phthalate	<i>P. mairei</i>	根状茎	19
202	β - <i>L</i> -thymidine	<i>P. polyphylla</i> var. <i>pseudothibetica</i>	根状茎	44
203	glyceryl α -mono-palmitate	<i>P. mairei</i>	根状茎	11
204	棕榈酸 (palmitic acid)	<i>P. mairei</i>	根状茎	11
205	flazin	<i>P. mairei</i>	根状茎	11
206	methyl-3,4-diol-benzoate	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	64
207	(8 <i>R</i> ,9 <i>R</i> ,10 <i>S</i> ,6 <i>Z</i>)-triol-octadec-6-enoic acid	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	70
208	methyl-(9 <i>S</i> ,10 <i>R</i> ,11 <i>S</i>)-triol-12(<i>Z</i>)-octadecenoate	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	根状茎	70
209	2-phenylethyl-Glc	<i>P. polyphylla</i> f. <i>latifolia</i>	根状茎	42
210	没食子酸 (gallicacid)	<i>P. polyphylla</i> f. <i>latifolia</i>	根状茎	42
211	vanillin	<i>P. polyphylla</i> var. <i>yunnanensis</i>	茎和叶	52

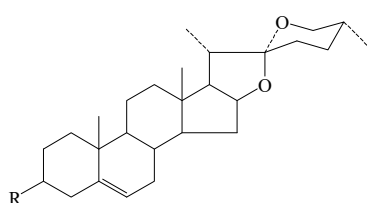
Glc= β -*D*-glucopyranosyl Ara= α -*L*-arabinofuranosyl Rha= α -*L*-rhamnopyranosyl Api= β -*D*-apiofuranosyl Fuc= β -*D*-fucopyranosyl Xyl= β -*D*-xylopyranosyl Gal= β -*D*-galactopyranosyl

2.1 甾体皂苷

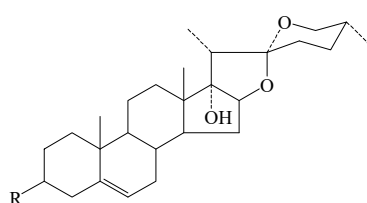
甾体皂苷是一类由螺甾烷类化合物与糖结合而成的甾体苷类，是重楼属植物的主要化学成分，目前在 12 种该属植物中有研究报道。按螺甾烷结构中 C-25 的构型和 F 环的环合状态，可分为螺甾烷醇型 (spirostanol)、异螺甾烷醇型 (isospirostanol)、呋甾烷醇型 (furostanol) 和变形螺甾烷醇型 (pseudo-spirostand)，4 种类型在重楼属植物中均存在。

2.1.1 异螺甾烷醇型 重楼属植物含有 77 个异螺甾烷醇型化合物 (1~77, 图 1)，它们为该属植物主要的活性物质基础。苷元多为薯蓣皂苷元、偏诺皂苷元，一般在 5 (6) 双键，3 β 、7 β 、17 β 位有羟基取代。糖部分有 *D*-葡萄糖、*L*-鼠李糖、*L*-阿拉伯糖，还有少量的 *D*-木糖和 *L*-夫糖。糖基与苷元

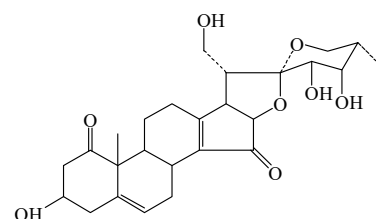
C₃-OH 成苷，少数与 C₁-OH、C₂₁-OH、C₂₃-OH、C₂₆-OH、C₂₇-OH 成苷。主要有重楼皂苷 I (Pa, 7)、重楼皂苷 II (Pb, 7)、重楼皂苷 VI (Tb, 27)、重楼皂苷 VII (Tg, 24)、重楼皂苷 H (25)、重楼皂苷 III (8)、纤细皂苷 (11)、重楼皂苷 C (2)、diosgenin-3-*O*-Rha (1 $\rightarrow$ 3) [Ara (1 $\rightarrow$ 4)]-Glc (3) 等活性成分。近些年，研究者从该属植物中分离出一些结构比较新颖的化合物。Kang 等^[49]从四叶重楼中分离提取出含有 25 (26) 或 25 (27) 双键结构的 3 个新甾体皂苷 parisunnanoside I~G (47、72、73)，具有抗人急性淋巴细胞白血病细胞 CCRF 的作用。Wu 等^[35]从滇重楼中分离出含有 C-5 和 C-8 位环二氧结构的甾体皂苷 pariposides A~D (68~71)，具有抗人类鼻咽癌肿瘤细胞 (CNE) 的作用。



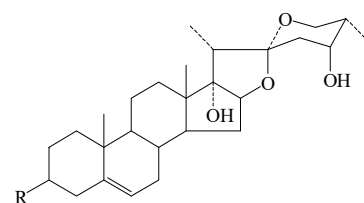
- 1 R=H
- 2 R=*O*-Rha (1 $\rightarrow$ 3)-Glc
- 3 R=*O*-Rha (1 $\rightarrow$ 3) [Ara (1 $\rightarrow$ 4)]-Glc
- 4 R=*O*-Rha (1 $\rightarrow$ 2)-Rha (1 $\rightarrow$ 4) [Rha (1 $\rightarrow$ 3)]-Glc
- 5 R=*O*-Rha (1 $\rightarrow$ 4) [Rha (1 $\rightarrow$ 3)-Rha (1 $\rightarrow$ 2)]-Glc
- 6 R=*O*-Rha (1 $\rightarrow$ 2) [Ara (1 $\rightarrow$ 4)]-Glc
- 7 R=*O*-Rha (1 $\rightarrow$ 2) [Rha (1 $\rightarrow$ 4)-Rha (1 $\rightarrow$ 4)]-Glc
- 8 R=*O*-Rha (1 $\rightarrow$ 2) [Rha (1 $\rightarrow$ 4)]-Glc
- 9 R=*O*-Glc
- 10 R=*O*-Rha (1 $\rightarrow$ 2)-Glc
- 11 R=*O*-Glc (1 $\rightarrow$ 3) [Rha (1 $\rightarrow$ 2)]-Glc
- 12 R=*O*-Ara (1 $\rightarrow$ 4)-Glc
- 13 R=*O*-Rha (1 $\rightarrow$ 4)-Glc
- 14 R=*O*-Rha (1 $\rightarrow$ 2) [Ara (1 $\rightarrow$ 4)-Rha (1 $\rightarrow$ 5)]-Glc
- 15 R=*O*-Rha (1 $\rightarrow$ 2) [Ara (1 $\rightarrow$ 4)-Glc (1 $\rightarrow$ 5)]-Glc
- 16 R=*O*-Rha (1 $\rightarrow$ 4) [Ara (1 $\rightarrow$ 2)]-Glc
- 17 R=*O*-Api (1 $\rightarrow$ 3) [Rha (1 $\rightarrow$ 2)]-Glc
- 18 R=*O*-Glc (1 $\rightarrow$ 6)-Glc
- 19 R=*O*-Glc (1 $\rightarrow$ 6)-Glc (1 $\rightarrow$ 2)-Glc
- 20 R=*O*-Rha (1 $\rightarrow$ 4)-Rha (1 $\rightarrow$ 4)-Glc
- 21 R=*O*-Rha (1 $\rightarrow$ 4) [Rha (1 $\rightarrow$ 4)]-Glc



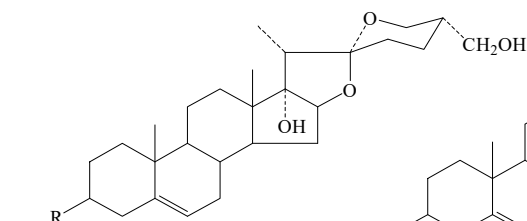
- 22 R=H
- 23 R=*O*-Glc (1 $\rightarrow$ 3) [Rha (1 $\rightarrow$ 2)]-Glc
- 24 R=*O*-Rha (1 $\rightarrow$ 2) [Rha (1 $\rightarrow$ 4)-Rha (1 $\rightarrow$ 4)]-Glc
- 25 R=*O*-Ara (1 $\rightarrow$ 4) [Rha (1 $\rightarrow$ 2)]-Glc
- 26 R=*O*-Rha (1 $\rightarrow$ 2) [Rha (1 $\rightarrow$ 4)]-Glc
- 27 R=*O*-Rha (1 $\rightarrow$ 2)-Glc
- 28 R=*O*-Ara (1 $\rightarrow$ 4)-Glc
- 29 R=*O*-Glc
- 30 R=*O*-Rha (1 $\rightarrow$ 2) [Xly (1 $\rightarrow$ 5)-Ara (1 $\rightarrow$ 4)]-Glc
- 31 R=*O*-Rha (1 $\rightarrow$ 4)-Glc
- 32 R=*O*-Api (1 $\rightarrow$ 3) [Rha (1 $\rightarrow$ 2)]-Glc
- 33 R=*O*-Glc-(1 $\rightarrow$ 5)-Ara (1 $\rightarrow$ 4) [Rha (1 $\rightarrow$ 2)]-Glc
- 34 R=*O*-Xyl-(1 $\rightarrow$ 5)-Ara (1 $\rightarrow$ 4) [Rha (1 $\rightarrow$ 2)]-Glc
- 35 R=*O*-Rha (1 $\rightarrow$ 4)-Rha (1 $\rightarrow$ 4)-Glc



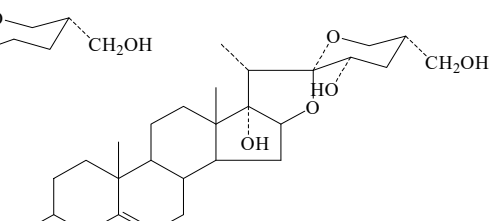
36



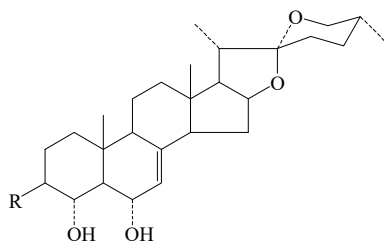
- 37 R=*O*-Glc (1 $\rightarrow$ 3) [Rha (1 $\rightarrow$ 2)]-Glc
- 38 R=*O*-Ara (1 $\rightarrow$ 4) [Rha (1 $\rightarrow$ 2)]-Glc



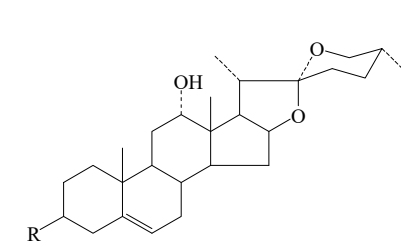
- 39 R=OH
- 40 R=*O*-Rha (1 $\rightarrow$ 2) [Rha (1 $\rightarrow$ 4)-Rha (1 $\rightarrow$ 4)]-Glc



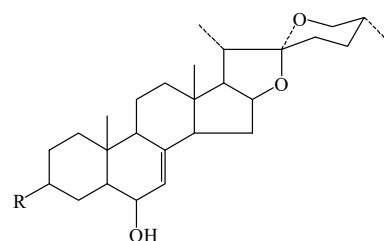
- 41 R=OH
- 42 R=*O*-Rha (1 $\rightarrow$ 4)-Rha (1 $\rightarrow$ 4) [Rha (1 $\rightarrow$ 2)]-Glc



- 43 R=*O*-Glc (1 $\rightarrow$ 3) [Rha (1 $\rightarrow$ 2)]-Glc



- 44 R=*O*-Rha (1 $\rightarrow$ 2) [Rha (1 $\rightarrow$ 4)-Rha (1 $\rightarrow$ 4)]-Glc



- 45 R=Glc (1 $\rightarrow$ 3) [Rha (1 $\rightarrow$ 2)]-Glc

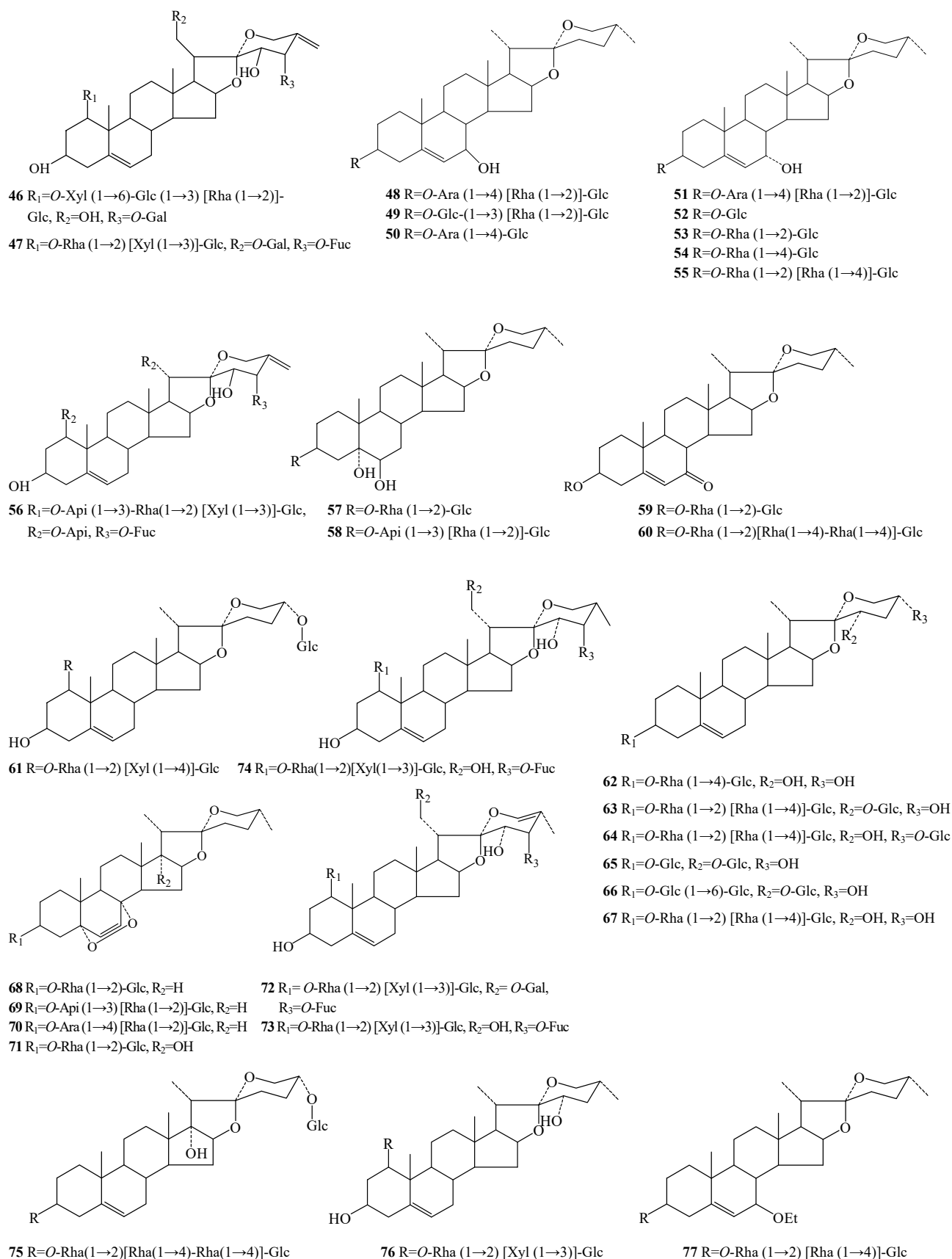


图 1 重楼属植物中异螺甾烷醇型化合物结构
Fig. 1 Structures of isospirostanol in plants of *Paris* L.

2.1.2 螺甾烷醇型 从滇重楼、七叶一枝花、宽叶重楼、北重楼中提取分离出 9 个螺甾烷醇型化合物 (78~86, 图 2)。

2.1.3 呋甾烷醇型 重楼属植物共分离出 17 个呋甾烷醇型化合物 (87~103, 图 3), 为 F 环开环的甾体皂苷, 一般无抗菌、细胞毒等生物活性。苷元除在 C₃-OH 位成苷外, C₂₆-OH 也与葡萄糖成苷。

2.1.4 变型螺甾烷醇型 重楼属植物中共含有 13 个变型螺甾烷醇型甾体皂苷 (104~116, 图 4), 苷元与糖主要在 C₃-OH 和 C₂₆-OH 成苷。Qin 等^[52]从滇重楼的茎叶中分离出 chonglousides SL-9~SL-15 (106~109、113~115)、abutiloside L (112)、nuatigenin-3-O-Rha (1→2)-Glc (116) 等化合物, 其中化合物 112、116 具有强烈的抗肿瘤细胞 HepG2 和 HEK293 的作用。

2.2 胆甾烷醇类

研究报道重楼属植物共分离得到 6 个胆甾烷类化合物 (117~122), 主要在 C₃-OH 和 C₂₆-OH 位成苷 (图 5)。化合物 parispolyside E (117)、parispseudoside A~D (118、119、121、122)、parisyunnanoside F (120) 具有诱导血小板凝集的作用^[36], 它们存在于长药隔重楼、滇重楼和北重楼中。

2.3 C₂₁ 甾体化合物

重楼属植物中分离出的 C₂₁ 甾体化合物共 9 个 (123~131, 图 6), 其中 129、130 具有较强的抗菌

作用^[61]。

2.4 植物甾醇类

重楼属植物中含有的植物甾醇类化合物有 8 个 (132~139, 图 7), 主要有萝卜苷 (132)、β-谷甾醇 (133)、pariposide F (134)、豆甾醇 (136)、pariposide E (137)、α-菠甾醇 (138) 等, 132 和 133 在多个种中均存在。

2.5 昆虫变态激素

重楼属植物主要含有 β-蜕皮素 (140)、β-蜕皮甾酮 (141)、5-羟基蜕皮甾酮 (142) 和 calonysterone (143) 4 个昆虫变态激素类化合物 (图 7), 其中 140 存在于滇重楼、北重楼、毛重楼、长药隔重楼等多个种中。

2.6 五环三萜类化合物

从滇重楼、毛重楼和金线重楼中分离出 22 个五环三萜类化合物 (144~165, 图 8)。除化合物 159 和 160 为羽扇豆烷 (lupane) 型, 其他均为齐墩果烷 (oleanane) 型。

2.7 黄酮类化合物

黄酮类成分是该属植物中的脂溶性成分, 多数具有生物活性。目前, 提取分离的黄酮类化学成分有 22 个 (166~187, 图 9), 广泛存在于五指莲、滇重楼和四叶重楼中, 毛重楼和长药隔重楼中也含有该类成分。其主要结构类型是黄酮醇类, 苷元有山柰酚、槲皮素和异鼠李亭, 且在 C₁-OH 位与糖基

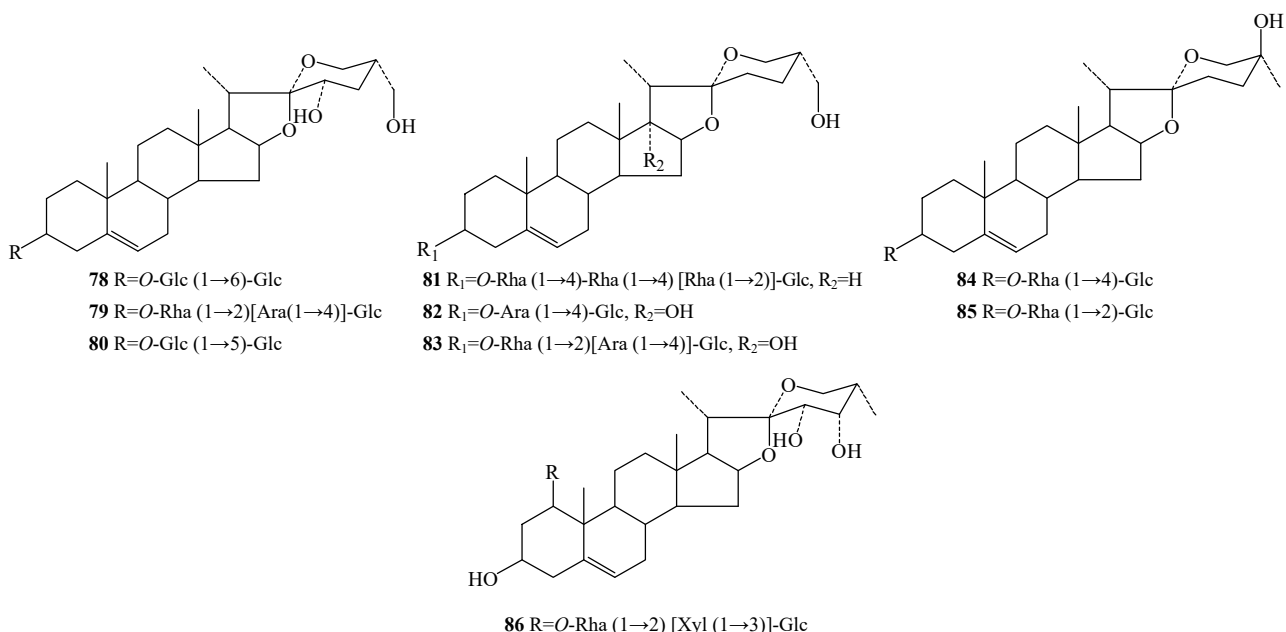


图 2 重楼属植物中螺甾烷醇型化合物结构

Fig. 2 Structures of spirostanol in plants of *Paris* L.

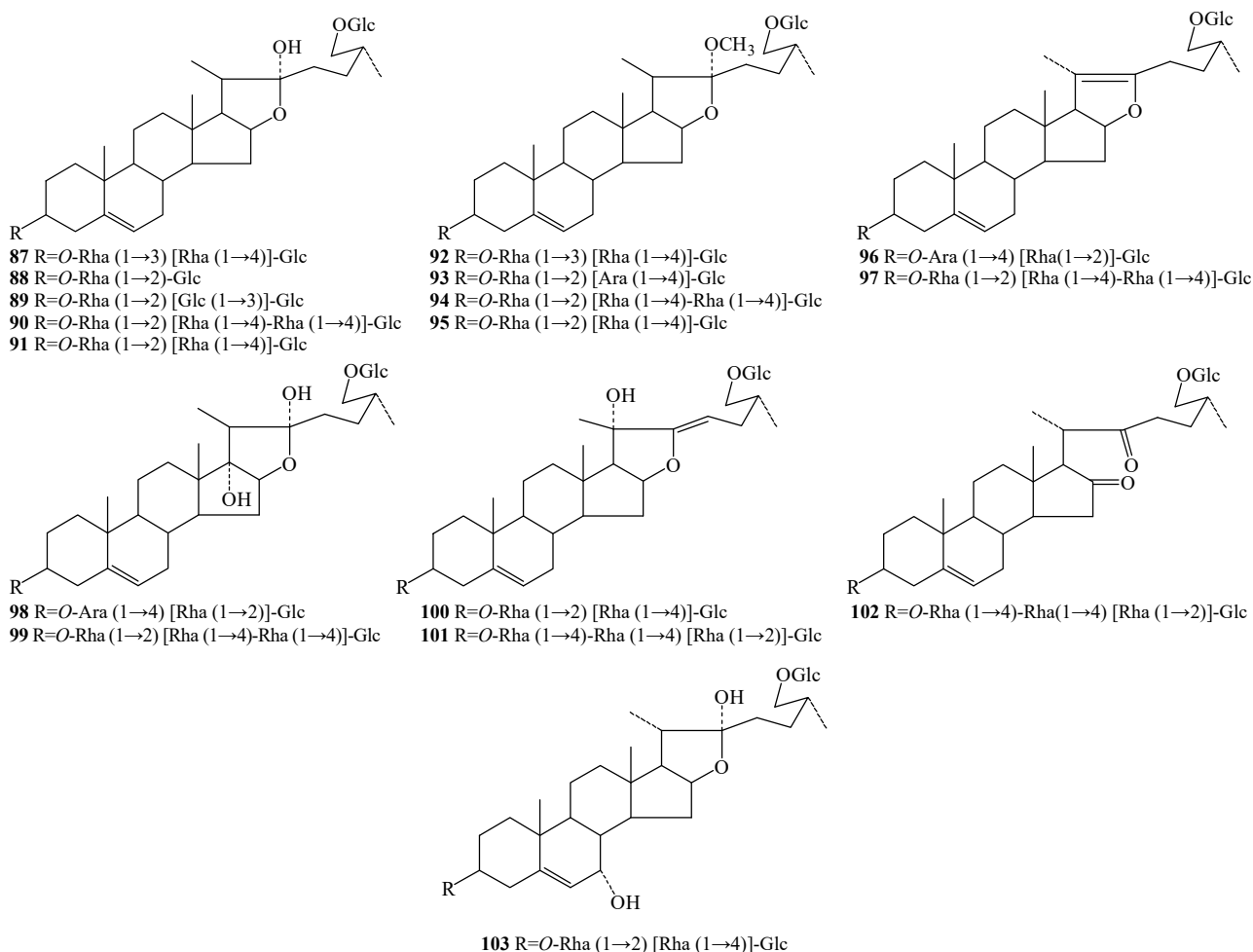


图 3 重楼属植物中呋甾烷醇型化合物结构

Fig. 3 Structures of furostanol in plants of *Paris* L.

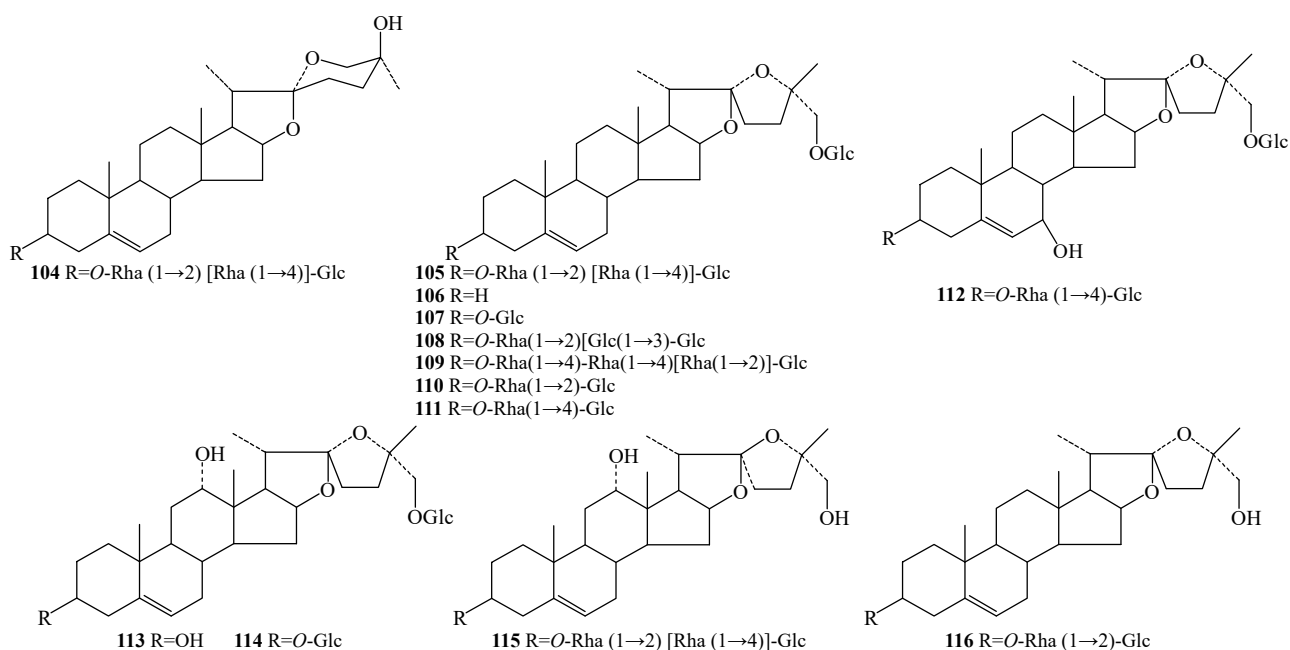


图 4 重楼属植物中变型螺甾烷醇型化合物结构

Fig. 4 Structures of pseudo-spirostanol in plants of *Paris* L.

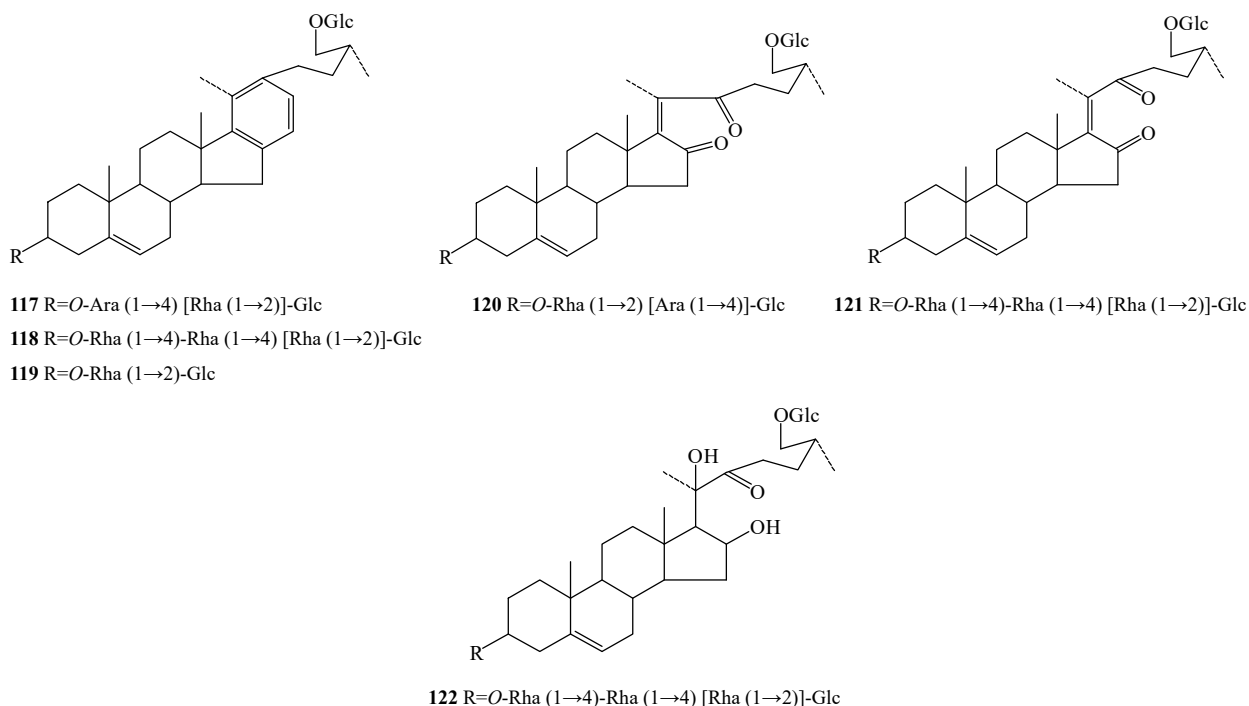
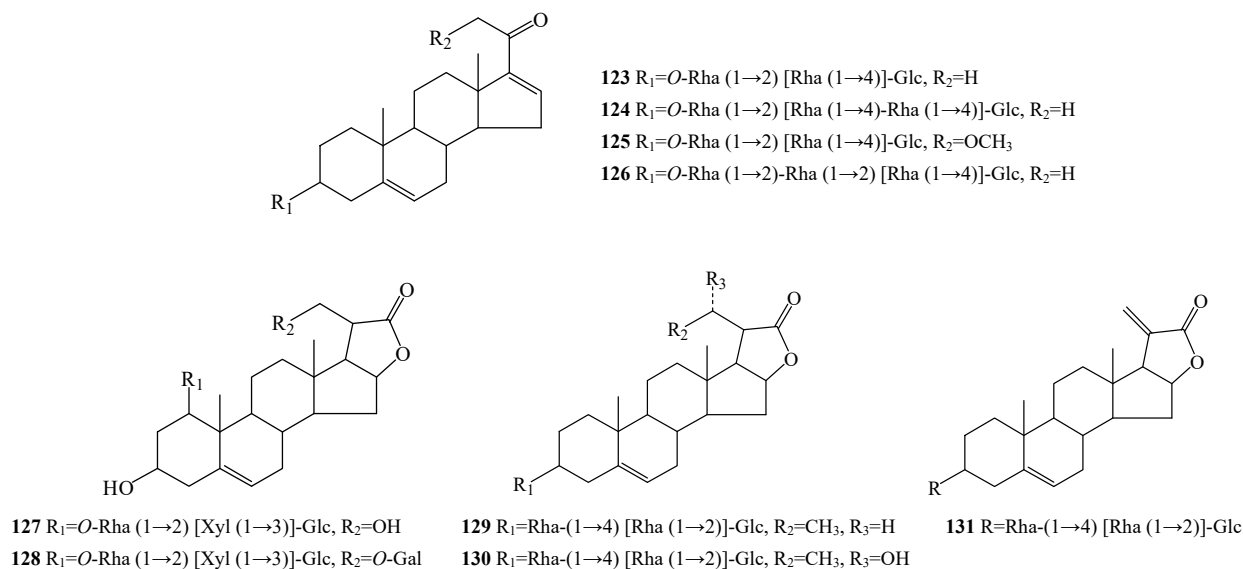


图 5 重楼属植物中胆甾烷醇型化合物结构

Fig. 5 Structures of cholestanol in plants of *Paris* L.图 6 重楼属植物中 C_{21} 甾体化合物结构Fig. 6 Structures of C_{21} -steroids in plants of *Paris* L.

成苷。此外还有黄酮类、双黄酮类和查耳酮类。

2.8 其他类化合物

除上述成分外,重楼属植物还含有脂肪酸类、苯丙素类、糖类、生物碱类以及醌类化合物,如 parispolyside F~G (194、195) 2 个苯丙素类成分, heptasaccharide (196)、octasaccharide (197) 等糖类化合物,十六烷酸 (189)、十七碳烯酸甘油三酯

(190)、glyceryl- α -mono-palmitate (203)、棕榈酸 (204) 等脂肪酸类成分, 2-phenylethyl-Glc (209)、没食子酸 (210)、vanillin (211) 等芳香族化合物, flazin (205) 和 dibutyl phthalate (201) 分别为生物碱类和蒽醌类成分 (图 10)。

3 药理活性

重楼属植物药理作用主要有抗肿瘤、抗菌、抗

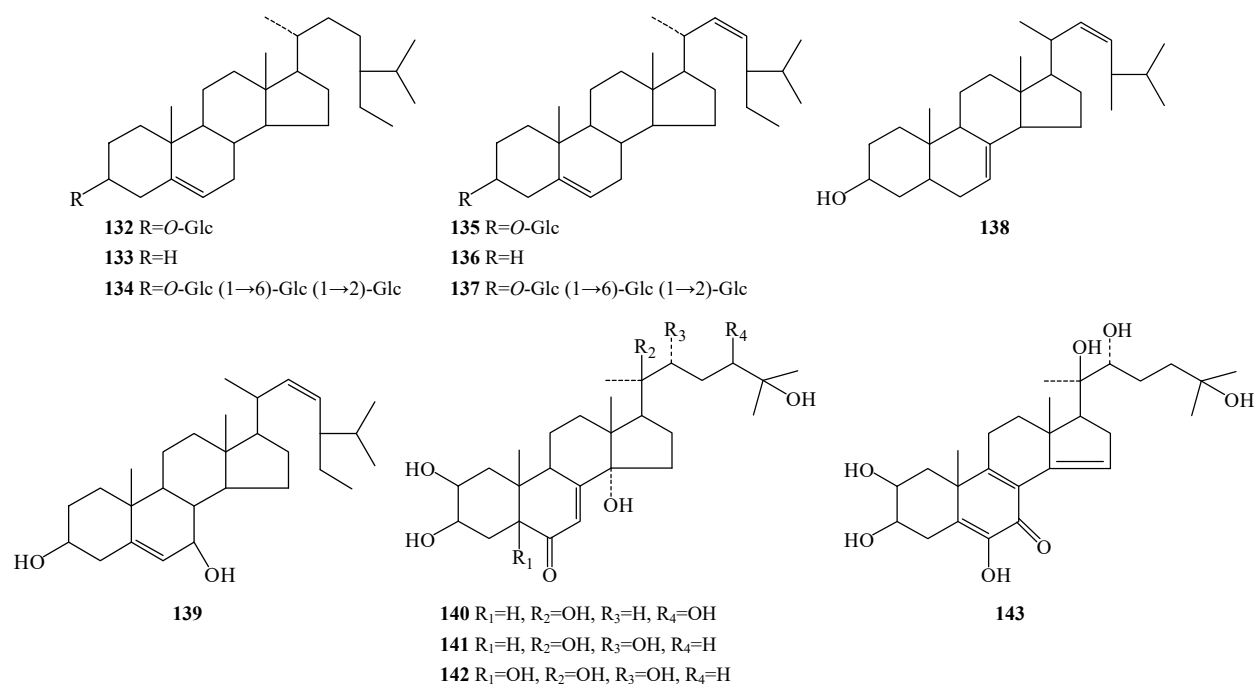


图 7 重楼属植物中植物甾醇和昆虫变态样激素类化合物结构

Fig. 7 Structures of phytosterols and insect moulting hormones in plants of *Paris L.*

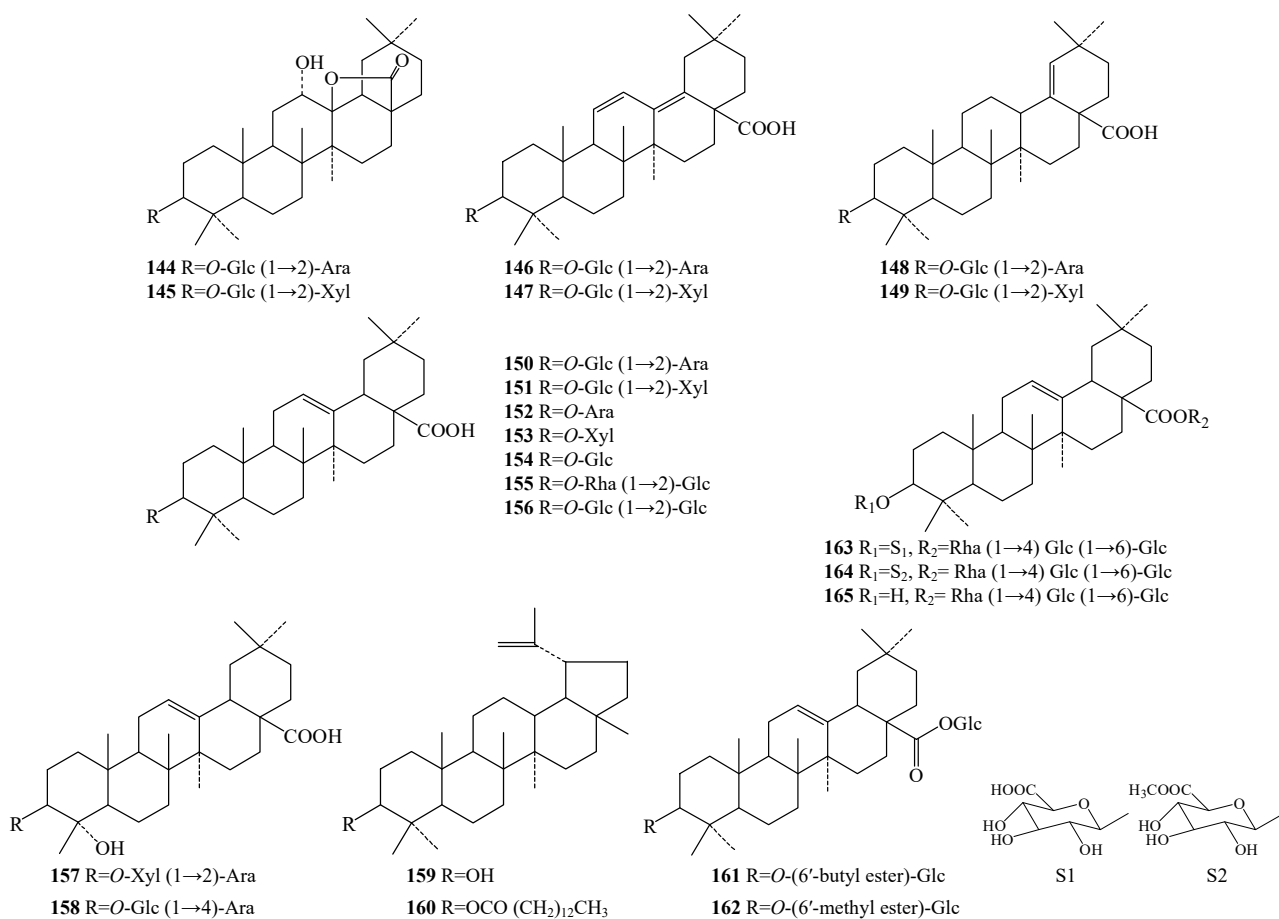


图 8 重楼属植物中五环三萜类化合物结构

Fig. 8 Structures of pentacyclic triterpenoid in plants of *Paris L.*

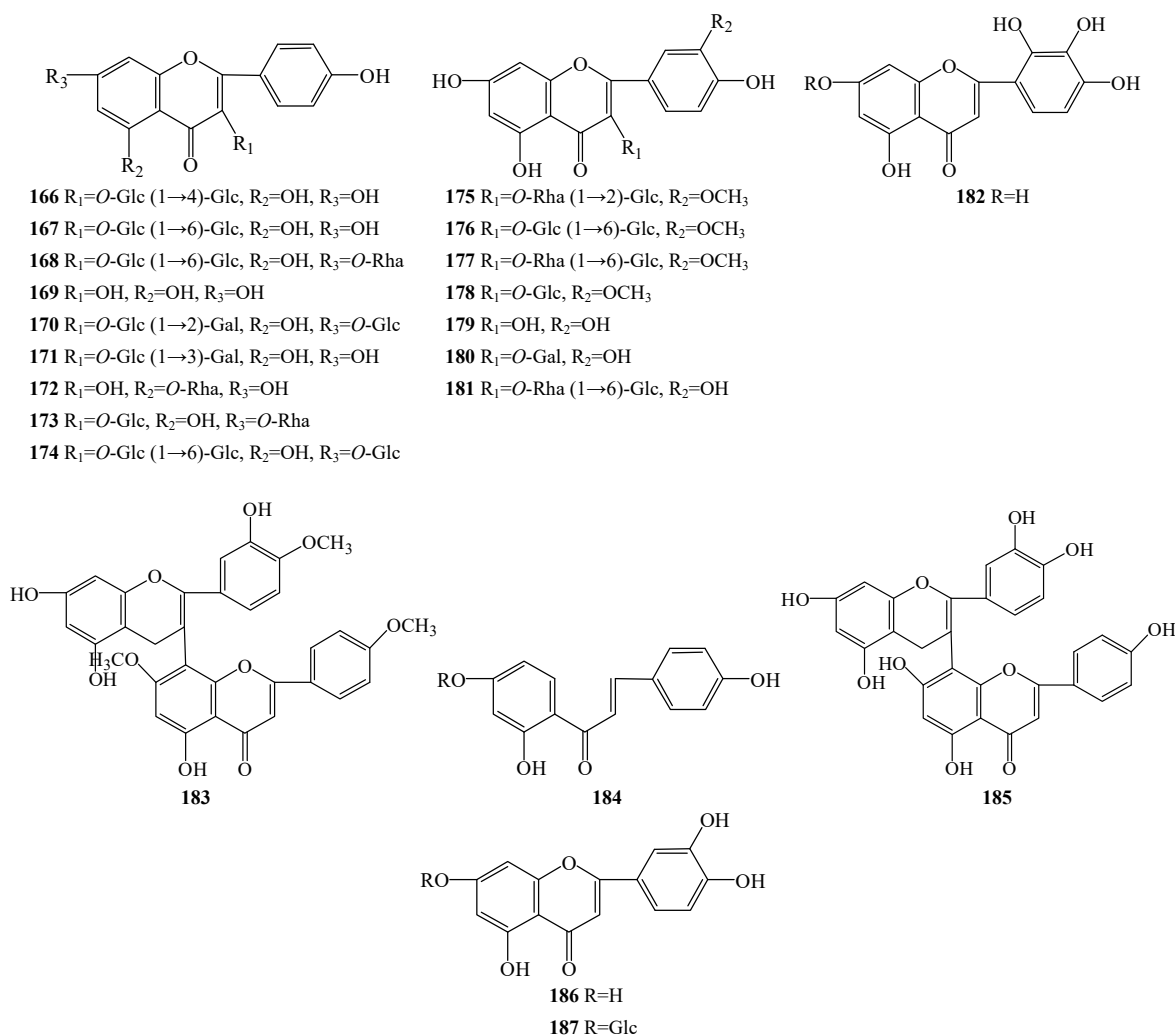


图 9 重楼属植物中黄酮类化合物结构

Fig. 9 Structures of flavonoids in plants of *Paris* L.

心肌缺血、抗氧化、免疫调节、止血、驱虫以及其他药理活性。

3.1 抗肿瘤

现代药理研究表明, 重楼属植物可用于鼻咽癌、肺癌、胃癌、肝癌、乳腺癌、子宫肌瘤、白血病等疾病的治疗, 其抑制肿瘤细胞的机制可能与调节细胞凋亡相关蛋白的表达、改变与肿瘤细胞生长的相关蛋白活性、抑制肿瘤细胞生长周期及其内皮细胞的迁移和毛细血管形成等有关。

3.1.1 提取物 国内外学者从提取物抗肿瘤药理活性及其作用机制等方面进行研究。Cheng 等^[71]利用蛋白质分析技术研究重楼总皂苷抑制肝癌细胞 HepG2 的作用, 用基质辅助激光解吸电离时间质谱 (MALDI-TOF-MS) 对 15 个缩氨酸蛋白质进行分析鉴定, 发现 6 个表达上调和 6 个表达下调的蛋白质, 说明这些蛋白质与肿瘤细胞的形成、生长和繁殖有

密切联系。此外, 重楼总皂苷还可诱导肿瘤细胞凋亡、影响基质金属蛋白酶抑制剂 (TIMP-2) 和基质金属蛋白酶 (MMP-2 和 MMP-9) 的表达, 抑制实验小鼠肺转移瘤的生长^[72]。贾科等^[73]研究重楼总皂苷对胃癌细胞株 MGC-803 生长的抑制作用, 结果表明重楼总皂苷可显著抑制 MGC-803 细胞生长, 并呈时间-剂量依赖关系, 可阻滞细胞于 S 期, 诱导细胞凋亡率的升高, 其机制可能与下调 EphA2 和 survivin 的表达以及促进 caspase-3 的表达有关。

3.1.2 单体化合物 近年来, 重楼皂苷 I、II、VI、VII、H, 纤细薯蓣皂苷等活性单体抗肿瘤作用的研究逐渐增多, 主要是从活性化合物的分离提取和药理作用机制 2 方面进行。Wu 等^[63]研究滇重楼根茎中的三萜皂苷类成分, 发现 $3\beta\text{-ol-oleane-12-en-28-oic acid-3-O-Glc (1}\rightarrow\text{2)-Ara (150)}$ 、 $3\beta\text{-ol-oleane-12-en-28-oic acid-3-O-Glc (1}\rightarrow\text{2)-Xyl (151)}$ 、 $3\beta\text{-ol-}$

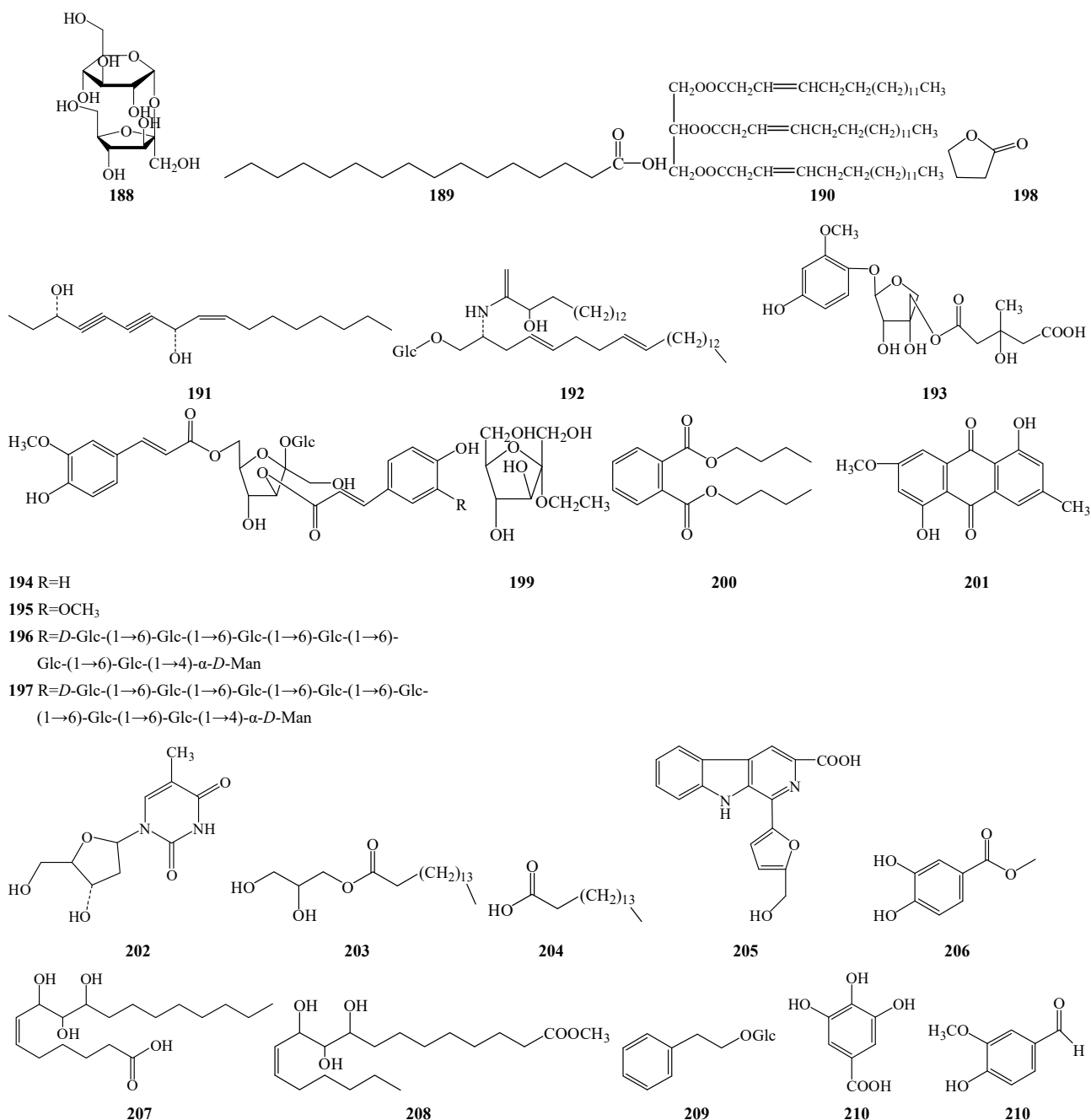


图 10 重楼属植物中其他类化合物结构

Fig. 10 Structures of other constituents in plants of *Paris L.*

oleane-12-en-28-oic acid-3-O-Xyl (153) 能显著抑制人鼻咽癌肿瘤细胞 (CNE) 增殖, 其半数抑制浓度 (IC₅₀) 分别为 16.53、16.77、16.69 μmol/L。Kang 等^[49]对从多叶重楼中提取出甾体皂苷类成分进行活性测定, 发现重楼皂苷 I (6)、dichotomin (90)、原纤细薯蓣皂苷 (89)、pseudoproto-Pb (97)、parisyunnanoside A (98) 能够抑制急性淋巴细胞白血病细胞, 其 IC₅₀ 为 0.97~85.34 μmol/L。Chan 等^[74]进行重楼皂苷 D 抑制血管内皮细胞和血管生

成的研究, 发现其在浓度为 0.1~0.4 μmol/L 可抑制人微血管内皮细胞的生长, 在浓度为 0.3 和 0.4 μmol/L 时, 可抑制内皮细胞的迁移和毛细血管的形成, 从而抑制肿瘤细胞生长。Xiao 等^[75]研究重楼皂苷 II 可抑制子宫肌瘤, 作用机制与其提高凋亡分子的表达、减少细胞外信号调节酶磷酸化和抗凋亡基因 Bcl-2 的表达有关。

3.2 抗菌作用

重楼属提取物抗菌作用机制与其植物体内内生

真菌及其代谢物能有效抑制人体内病原微生物有关。Deng 等^[45]研究了滇重楼中抗真菌皂苷,发现 pennogenin-3-*O*-Rha (1→2) [Xly (1→5)-Ara (1→4)]-Glc (30)、重楼皂苷 VII (24)、重楼皂苷 H (25) 对白色念珠菌的最低抑菌浓度 (MIC) 分别是 25、50、100 μg/mL。Qin 等^[25]从滇重楼的茎叶中分离提取出 chonglouoside SL-2 (62)、chonglouoside SL-3 (63)、chonglouoside SL-6 (61)、重楼皂苷 A (9)、重楼皂苷 V (10)、薯蓣皂苷 III (8)、pennogenin-3-*O*-Rha (1→4)-Rha (1→4)-Glc (35)、重楼皂苷 VII (24) 和 hypoglaucin H (123), 抑制丙酸杆菌的 MIC 分别是 62.5、62.5、3.9、16.5、17.2、39.0、17.2、31.3 和 62.5 μg/mL。Xuan 等^[76]从滇重楼中分离出的内生真菌及其代谢物能有效抑制人体内细菌的生长。此外, 重楼提取物能够治疗支原体引起的女性生殖道感染, 临床疗效优于对照组曼舒林, 可克服由于长期应用抗生素带来的副作用和耐药性^[77]。

3.3 抗心肌缺血和抗氧化

重楼提取物可抗心肌细胞局部缺血, 其机制可能是重楼提取物能增加细胞内钙离子外流, 降低 Na^+ 、 K^+ 和 Ca^{2+} 离子通道的三磷酸腺苷酶 (ATPase) 活性^[78]。重楼皂苷可保护 H_2O_2 造成的 ECV₃₀₄ 细胞的氧化损伤, 减轻高脂血动脉内皮细胞损伤, 减少内皮细胞合成和释放内毒素, 从而起到防治动脉粥样硬化和高血压病的作用^[79]。

3.4 免疫调节作用

重楼提取物及活性成分免疫调节作用表现在激活免疫细胞、抑制免疫活性物质、杀死病毒等方面。Zhang 等^[80]研究从多叶重楼中分离提取的具有免疫激活作用的薯蓣皂苷, 发现重楼皂苷 II (7)、重楼皂苷 V (10) 和薯蓣皂苷元 (1) 能够激活小鼠巨噬细胞 RAW264.7, 诱导细胞发生“呼吸爆发”和产生氮氧化合物, 从而起到免疫调节的作用。周满红等^[81]研究表明重楼总皂苷对热灭活大肠杆菌诱导大鼠腹腔巨噬细胞分泌肿瘤坏死因子- α (TNF- α) 和白细胞介素-1 β (IL-1 β) 具有显著的抑制作用。重楼 95% 醇提取物可促进免疫活性物质 IL-6 释放, 杀灭病毒 EV71 和 CVB3, 抑制病毒的复制, 达到免疫调节的目的^[82]。

3.5 止血作用

重楼提取物及其活性成分止血作用与血小板聚集和血管收缩有关。Sun 等^[36]研究北重楼地上部分的甾体皂苷止血作用, 结果表明分离提取的重楼皂苷

VII 在质量浓度为 300 μg/mL 时, 血小板凝聚率达到 62%。丛悦等^[83]研究重楼皂苷 H (25) 诱导血小板聚集效应, 可能机制是诱导血小板聚集依赖于血小板激活后 ADP 的释放和血栓烷素 A_2 (TXA₂) 的生成。罗刚等^[84]研究重楼皂苷 C (2) 的止血机制可能在于促进内源性凝血系统功能, 诱导血管收缩。

3.6 驱虫作用

从多叶重楼提取的重楼皂苷 C、I、V (2、6、10) 及其水解产物能杀死利什曼虫, 其 IC_{50} 为 1.59~83.72 μg/mL^[48]。Wang 等^[85]研究发现重楼皂苷 I (6) 和薯蓣皂苷 III (8) 可有效抗指环虫, 其半数效应浓度 (EC_{50}) 分别为 0.44 和 0.70 mg/L。

3.7 其他作用

重楼属植物除具有以上药理作用外, 还具有抗生育和镇痛等作用。沈放等^[86]研究重楼皂苷化合物体外抗生育功效, 发现偏诺皂苷和薯蓣皂苷具有抑制精子活力和精子成活率的显著功效, 为高活性抗生育物质, 尤以薯蓣皂苷为主要活性物质。重楼皂苷对完全福氏佐剂所致的关节炎大鼠急性吗啡镇痛耐受的作用研究表明重楼皂苷可阻断急性吗啡镇痛耐受的形成^[87]。

4 结语

近年来, 随着国内外市场对重楼药材的需求增加, 药用资源大幅减少, 部分野生种濒临灭绝, 解决资源匮乏问题迫在眉睫。本文总结了重楼属植物的分类、化学成分和药理作用, 为后续研究提供依据。

传统中药重楼药用部位为根茎, 近年来, 国内外学者对其非药用部位进行了研究, 发现一些具有生物活性的化学成分。例如, Qin 等^[25]从滇重楼的茎和叶中分离提取出 6 个新化合物 chonglouosides SL-1~SL-6 (52、60~64), 这些化合物具有良好的抗菌作用。中药废弃物资源化, 保护生态环境, 促进中药产业的健康发展, 解决工业化发展障碍, 已成为中医药可持续发展的关键问题^[88-89]。中药资源的创新开发, 应从多方面进行, 非药用部位利用、天然产物的生物转化、单体化合物的结构修饰等, 需要更深入的研究。

目前, 我国药材质量标准的检测成分为重楼皂苷 I、II、VI、VII (6、7、27、24)。本文总结发现重楼属植物的化学成分多达 211 个, 除指标成分外, 其他成分也表现出多种药理作用, 结合中药功效多成分、多靶点的特点, 仅凭几种化学成分难以反映

中药的多种功效主治。因此,建立一套符合中医药理论体系的质量标准,完善药材的质量评价,保证临床用药安全有效,有待进一步探讨。

参考文献

- [1] 李 恒. 重楼属植物 [M]. 北京: 科学出版社, 1998.
- [2] 李时珍. 本草纲目 [M]. 刘恒如, 刘山永校注. 北京: 华夏出版社, 2013.
- [3] 兰 茂. 滇南本草 [M]. 于乃义, 丁兰馥, 胡月英, 等整理. 云南: 云南科技出版社, 2000.
- [4] 中国药典 [S]. 一部. 2015.
- [5] Wei J C, Gao W Y, Yan X D, *et al.* Chemical constituents of plants from the genus *Paris* [J]. *Chem Biodiv*, 2014, 11(9): 1277-1297.
- [6] 黄伟光, 周 俊. 重楼的甾体皂素配基成分研究 [J]. 云南医学杂志, 1962(1): 64-65.
- [7] 黄伟光. 滇产植物的皂素成分研究 III. 重楼属植物的皂甙及皂甙元 [J]. 药学学报, 1965, 1(10): 657-661.
- [8] 黄贤校, 高文远, 赵万顺, 等. 五指莲重楼的黄酮和甾体类化学成分研究 [J]. 中国中药杂志, 2010, 35(22): 2994-2998.
- [9] 赵志勇, 高文远, 黄贤校, 等. 长药隔重楼化学成分研究 [J]. 中草药, 2011, 42(10): 1917-1920.
- [10] Wang Y, Gao W, Li X, *et al.* Chemical constituents from the rhizome of *Paris bashanensis* and their cytotoxic activity [J]. *Lat Am J Pharm*, 2013, 32(2): 232-238.
- [11] 刘潇潇, 王 磊, 隆 颖, 等. 毛重楼的化学成分研究 [J]. 中国中药杂志, 2014, 39(16): 3107-3111.
- [12] 陈昌祥, 周 俊. 滇产植物皂素成分的研究 V. 滇重楼的甾体皂甙和 β -蜕皮激素 [J]. 云南植物研究, 1981, 3(1): 89-93.
- [13] Singh B S, Thakur R S, Schulten H R. Spirostanol saponins from *Paris polyphylla*, structures of polyphyllin C, D, E and F [J]. *Phytochemistry*, 1982, 21(12): 2925-2929.
- [14] 陈昌祥, 周 俊. 五指莲重楼的甾体皂甙 (2) [J]. 云南植物研究, 1987, 9(2): 239-245.
- [15] Mimaki Y, Kuroda M, Obata Y, *et al.* Steroidal saponins from the rhizomes of *Paris polyphylla* var. *chinensis* and their cytotoxic activity on HL-60 cells [J]. *Nat Prod Lett*, 2000, 14(5): 357-364.
- [16] 黄 芸, 崔力剑, 王 强, 等. 南重楼 *Paris vietnamensis* 活性物质的分离与鉴定 [J]. 药学学报, 2006, 41(4): 361-364.
- [17] 尹鸿翔, 薛 丹, 白 楠, 等. 狭叶重楼的主要甾体皂苷类化学成分分离及鉴定 [J]. 四川大学学报: 医学版, 2008, 39(3): 485-488.
- [18] 黄贤校, 高文远, 满淑丽, 等. 北重楼的化学成分研究 [J]. 中国中药杂志, 2009, 34(14): 1812-1815.
- [19] 黄贤校, 高文远, 谷克仁, 等. 毛重楼的化学成分研究 [J]. 中草药, 2009, 40(9): 1366-1369.
- [20] 张志港, 赵 德, 邓 君. 巴山重楼化学成分研究 [J]. 中药材, 2011, 34(3): 389-392.
- [21] 赵万顺, 高文远, 黄贤校, 等. 球药隔重楼的化学成分研究 (英文) [J]. 天然产物研究与开发, 2011, 23(6): 1017-1020.
- [22] 崔 艳. 中药七叶一枝花某些活性成分化学结构研究 [D]. 北京: 北京化工大学, 2006.
- [23] 黄贤校. 毛重楼、北重楼和五指莲的化学成分及其抗肿瘤活性研究 [D]. 天津: 天津大学, 2010.
- [24] 黄贤校, 高文远, 赵志勇, 等. 五指莲重楼的化学成分研究 [J]. 中草药, 2010, 41(12): 1963-1966.
- [25] Qin X J, Sun D J, Ni W, *et al.* Steroidal saponins with antimicrobial activity from stems and leaves of *Paris polyphylla* var. *yunnanensis* [J]. *Steroids*, 2012, 77(12): 1242-1248.
- [26] Nohara T, Yabuta H, Suenobu M, *et al.* Steroid glycosides in *Paris polyphylla* SM [J]. *Chem Pharm Bull*, 1973, 21(6): 1240-1247.
- [27] 刘 海, 黄 芸, 张 婷, 等. 金钱重楼的化学成分 [J]. 中国药科大学学报, 2006, 37(5): 409-412.
- [28] 陈昌祥, 周 俊. 滇产植物皂素成分的研究-X. 五指莲的两个新甾体皂甙 (1) [J]. 云南植物研究, 1984, 6(1): 111-117.
- [29] 康利平, 马百平, 张 洁, 等. 重楼中甾体皂苷的分离与结构鉴定 [J]. 中国药物化学杂志, 2005, 15(1): 25-30.
- [30] 刘显波, 张 浩, 雍正平, 等. 长药隔重楼中甾体皂苷成分的分离与结构鉴定 [J]. 华西药理学杂志, 2010, 25(5): 508-511.
- [31] Wen F Y, Yin H X, Chen C, *et al.* Chemical characteristics of saponins from *Paris fargesii* var. *brevipetala* and cytotoxic activity of its main ingredient, *Paris* saponin H [J]. *Fitoterapia*, 2012, 83(4): 627-635.
- [32] Wang Y, Gao W Y, Liu X Q, *et al.* Anti-tumor constituents from *Paris polyphylla* [J]. *Asian J Tradit Med*, 2005, 1(1): 7-10.
- [33] Zhao Y, Kang L P, Liu Y X, *et al.* Steroidal saponins from the rhizome of *Paris polyphylla* and their cytotoxic activities [J]. *Planta Med*, 2009, 75(4): 356-363.
- [34] Wu X, Wang L, Wang H, *et al.* Steroidal saponins from *Paris polyphylla* var. *yunnanensis* [J]. *Phytochemistry*, 2012, 81(3): 133-143.
- [35] Wu X, Wang L, Wang G C, *et al.* New steroidal saponins and sterol glycosides from *Paris polyphylla* var. *yunnanensis* [J]. *Planta Med*, 2012, 78(15): 1667-1675.

- [36] Sun C L, Ni W, Yan H, *et al.* Steroidal saponins with induced platelet aggregation activity from the aerial parts of *Paris verticillata* [J]. *Steroids*, 2014, 92: 90-95.
- [37] Nohara T, Ito Y, Seike H, *et al.* Study on the constituents of *Paris quadrifolia* L. [J]. *Chem Pharm Bull*, 1982, 30(5): 1851-1856.
- [38] Miyamura M, Nakano K, Nohara T, *et al.* Steroid saponins from *Paris polyphylla* SM-supplement [J]. *Chem Pharm Bull*, 1982, 30(2): 712-718.
- [39] 陈昌祥, 连红兵, 李运昌, 等. 滇重楼种子中的甾体皂甙 [J]. 云南植物研究, 1990, 12(4): 452-452.
- [40] 陈昌祥, 周俊, 张玉童, 等. 滇产植物皂素成分的研究-VIII. 禄劝花叶重楼的甾体皂甙 [J]. 云南植物研究, 1983, 5(2): 219-223.
- [41] Xiao C M, Huang J, Zhong X M, *et al.* Two new homo-aro-cholestane glycosides and a new cholestane glycoside from the roots and rhizomes of *Paris polyphylla* var. *pseudothibetica* [J]. *Helv Chim Acta*, 2009, 92(12): 2587-2595.
- [42] 华栋, 刘杨, 王夏茵, 等. 宽叶重楼化学成分研究 [J]. 中南药学, 2015, 13(1): 43-46.
- [43] 陈昌祥, 周俊, 张玉童, 等. 滇重楼地上部分的甾体皂甙 [J]. 云南植物研究, 1990, 12(3): 323-329.
- [44] 肖草茂, 黄静, 谭小燕, 等. 长药隔重楼的化学成分研究 [J]. 华西药理学杂志, 2009, 24(1): 7-9.
- [45] Deng D W, Lauren D R, Cooney J M, *et al.* Antifungal saponins from *Paris polyphylla* Smith [J]. *Planta Med*, 2008, 74(11): 1397-1402.
- [46] 陈昌祥, 周俊. 滇重楼的两个新甾体皂甙元 [J]. 云南植物研究, 1992, 14(1): 111-113.
- [47] 陈昌祥. 滇重楼地上部分的两个微量皂甙 [J]. 云南植物研究, 1995, 17(2): 215-220.
- [48] 徐瞰海, 毛晓霞, 徐雅娟, 等. 云南重楼中的新甾体皂苷 [J]. 高等学校化学学报, 2007, 28(12): 2303-2306.
- [49] Kang L P, Liu Y X, Eichhorn T, *et al.* Polyhydroxylated steroidal glycosides from *Paris polyphylla* [J]. *J Nat Prod*, 2012, 75(6): 1201-1205.
- [50] Zhao Y, Kang L P, Liu Y X, *et al.* Three new steroidal saponins from the rhizome of *Paris polyphylla* [J]. *Magn Reson Chem*, 2007, 45(9): 739-744.
- [51] Jenett-Siems K, Krause N, Siems K, *et al.* Chemical composition and biological activity of *Paris quadrifolia* L [J]. *Z Naturforsch C*, 2012, 67(11/12): 565-570.
- [52] Qin X J, Yu M Y, Ni W, *et al.* Steroidal saponins from stems and leaves of *Paris polyphylla* var. *yunnanensis* [J]. *Phytochemistry*, 2016, 121: 20-29.
- [53] 刘海, 张婷, 陈筱清, 等. 云南重楼的甾体皂苷类成分 [J]. 中国天然药物, 2006, 4(4): 264-267.
- [54] Wen Y S, Ni W, Qin X J, *et al.* Steroidal saponins with cytotoxic activity from the rhizomes of *Paris polyphylla* var. *yunnanensis* [J]. *Phytochem Lett*, 2015, 12: 31-34.
- [55] Singh S B, Thakur R S, Schulten H R. Furostanol saponins from *Paris polyphylla*: structures of polyphyllin G and H [J]. *Phytochemistry*, 1982, 21(8): 2079-2082.
- [56] Matsuda H, Pongpiriyadacha Y, Morikawa T, *et al.* Protective effects of steroid saponins from *Paris polyphylla* var. *yunnanensis* on ethanol-or indomethacin-induced gastric mucosal lesions in rats: structural requirement for activity and mode of action [J]. *Bioorg Med Chem Lett*, 2003, 13(6): 1101-1106.
- [57] 陈昌祥, 张玉童, 周俊. 滇重楼地上部分的配糖体 [J]. 云南植物研究, 1995, 17(4): 473-478.
- [58] 黄芸, 王强, 叶文才, 等. 华重楼中一个新的类胆甾烷皂苷 [J]. 中国天然药物, 2005, 3(3): 138-140.
- [59] 刘杨, 华栋, 王夏茵, 等. 金线重楼的皂苷成分研究 [J]. 中南药学, 2015, 13(1): 40-43.
- [60] Huang Y, Cui L, Zhan W, *et al.* Separation and identification of steroidal compounds with cytotoxic activity against human gastric cancer cell lines *in vitro* from the rhizomes of *Paris polyphylla* var. *chinensis* [J]. *Chem Nat Compd*, 2007, 43(6): 672-677.
- [61] Qin X J, Chen C X, Ni W, *et al.* C₂₂-steroidal lactone glycosides from stems and leaves of *Paris polyphylla* var. *yunnanensis* [J]. *Fitoterapia*, 2013, 84: 248-251.
- [62] 王羽, 高文远, 袁理春, 等. 滇重楼的化学成分研究 [J]. 中草药, 2007, 38(1): 17-20.
- [63] Wu X, Wang L, Wang G C, *et al.* Triterpenoid saponins from rhizomes of *Paris polyphylla* var. *yunnanensis* [J]. *Carbohydr Res*, 2013, 368: 1-7.
- [64] 张玉波, 吴霞, 李药兰, 等. 云南重楼的化学成分 [J]. 暨南大学学报: 自然科学与医学版, 2014, 35(1): 66-72.
- [65] Wang Y, Gao W Y, Zhang T J, *et al.* A novel phenylpropanoid glycosides and a new derivation of phenolic glycoside from *Paris polyphylla* var. *yunnanensis* [J]. *Chin Chem Lett*, 2007, 18(5): 548-550.
- [66] 王羽. 滇重楼抗肿瘤活性成分的研究 [D]. 天津: 天津大学, 2007.
- [67] Yan L L, Gao W Y, Zhang Y J, *et al.* A new phenylpropanoid glycosides from *Paris polyphylla* var. *yunnanensis* [J]. *Fitoterapia*, 2008, 79(4): 306-307.
- [68] Zhou L G, Yang C Z, Li J Q, *et al.* Heptasaccharide and octasaccharide isolated from *Paris polyphylla* var. *yunnanensis* and their plant growth-regulatory activity [J]. *Plant Sci*, 2003, 165(3): 571-575.
- [69] Devkota K P, Khan M T H, Ranjit R, *et al.* Tyrosinase inhibitory and antileishmanial constituents from the

- rhizomes of *Paris polyphylla* [J]. *Nat Prod Res*, 2007, 21(4): 321-327.
- [70] 吴霞, 张玉波, 王国才, 等. 云南重楼中 2 个脂肪酸的分离鉴定及其抑制鼻咽癌细胞活性研究 [J]. 广东药学院学报, 2014, 30(6): 698-701.
- [71] Cheng Z X, Liu B R, Qian X P, *et al*. Proteomic analysis of antitumor effects by *Rhizoma Paridis* total saponin treatment in HepG2 cells [J]. *J Ethnopharmacol*, 2008, 120(2): 129-137.
- [72] Man S, Gao W, Zhang Y, *et al*. Antitumor and antimetastatic activities of *Rhizoma Paridis* saponins [J]. *Steroids*, 2009, 74(13/14): 1051-1056.
- [73] 贾科, 吴庆琛, 张成. 重楼总皂苷对胃癌细胞株 MGC-803 生长的抑制作用 [J]. 中国生化药物杂志, 2011, 32(4): 284-286.
- [74] Chan J Y W, Koon J C M, Liu X, *et al*. Polyphyllin D, a steroidal saponin from *Paris polyphylla*, inhibits endothelial cell functions *in vitro* and angiogenesis in zebrafish embryos *in vivo* [J]. *J Ethnopharmacol*, 2011, 137(1): 64-69.
- [75] Xiao X, Zou J, Minh Bui-Nguyen T, *et al*. Paris saponin II of *Rhizoma Paridis*-A novel inducer of apoptosis in human ovarian cancer cells [J]. *Biosci Trends*, 2012, 6(4): 201-211.
- [76] Xuan Q, Bao F K, Pan H M, *et al*. Isolating fungal endophyte from *Paris polyphylla* Smith var. *yunnanensis* and identifying their antibacterial ability [J]. *Afr J Microbiol Res*, 2010, 4(10): 1001-1004.
- [77] 姜淑梅. 重楼治疗解脲支原体引起女性下生殖道感染的临床研究 [D]. 长春: 长春中医药大学, 2010.
- [78] Li P, Fu J, Wang J, *et al*. Extract of *Paris polyphylla* simth protects cardiomyocytes from anoxia-reoxia injury through inhibition of calcium overload [J]. *Chin J Integr Med*, 2011, 17(4): 283-289.
- [79] 高琳琳, 李福荣, 康莉, 等. 蚤休醇提物对 H₂O₂ 损伤的 ECV304 细胞的细胞周期与凋亡的影响 [J]. 中国药理学通报, 2008, 24(11): 1513-1517.
- [80] Zhang X F, Cui Y, Huang J J, *et al*. Immuno-stimulating properties of diosgenyl saponins isolated from *Paris polyphylla* [J]. *Bioorg Med Chem Lett*, 2007, 17(9): 2408-2413.
- [81] 周满红, 于红, 贺华经, 等. 重楼总皂苷对热灭活大肠杆菌诱导大鼠腹腔巨噬细胞分泌 TNF- α 及 IL-1 β 的影响 [J]. 四川中医, 2008, 26(4): 24-26.
- [82] Wang Y C, Yi T Y, Lin K H. *In vitro* activity of *Paris polyphylla* smith against enterovirus 71 and coxsackievirus B3 and its immune modulation [J]. *Am J Chin Med*, 2011, 39(6): 1219-1234.
- [83] 丛悦, 柳晓兰, 余祖胤, 等. 重楼皂苷 H 诱导血小板聚集效应及其机制的研究 [J]. 解放军医学杂志, 2010, 35(12): 1429-1432.
- [84] 罗刚, 吴廷楷, 周永禄, 等. 重楼皂甙 C 止血作用的初步研究 [J]. 中药药理与临床, 1988, 4(2): 37-40.
- [85] Wang G X, Han J, Zhao L W, *et al*. Anthelmintic activity of steroidal saponins from *Paris polyphylla* [J]. *Phytomedicine*, 2010, 17(14): 1102-1105.
- [86] 沈放, 杨黎江, 彭永芳, 等. 重楼皂苷类化合物体外抗生育功效研究 [J]. 中国现代应用药学, 2010, 27(11): 961-964.
- [87] 徐海伟, 黎海蒂, 王建, 等. 重楼皂甙翻转急性吗啡耐受关节炎大鼠下丘脑内 ACTH 水平的下降 (英文) [J]. 中国神经科学杂志, 2001, 17(3): 259-264.
- [88] 段金殿, 张伯礼, 宿树兰, 等. 基于循环经济理论的中药资源循环利用策略与模式探讨 [J]. 中草药, 2015, 46(12): 1715-1722.
- [89] 袁盼, 申俊龙, 申远. 基于生态效应的中药废弃物资源化的模式与技术选择 [J]. 中草药, 2015, 46(19): 2829-2833.