

鳞毛蕨属植物化学成分、质量分析及药理作用研究进展

任 强¹, 高桂花¹, 周宋男², 王慧云^{1*}

1. 济宁医学院药学院, 山东 日照 276826

2. 山东大学医学院, 山东 济南 250012

摘 要: 鳞毛蕨属 *Dryopteris* Adanson 植物中的化学成分因具有抗病毒和抗肿瘤等药理作用, 而受到科研人员的关注。通过对国内外文献研究与分析, 对鳞毛蕨属植物中间苯三酚类、萜类、黄酮类等化学成分相关的质量分析方法以及药理作用研究进展等方面进行了较全面的综述, 为进一步合理利用鳞毛蕨属植物提供了有价值的参考。

关键词: 鳞毛蕨属; 间苯三酚; 萜类; 黄酮类; 抗疟; 抗病毒; 抗菌; 抗肿瘤

中图分类号: R282.71 **文献标志码:** A **文章编号:** 0253-2670(2014)08-1188-11

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2014.08.026

Research progress on chemical constituents of plants in *Dryopteris* Adanson and their quality analyses as well as pharmacological activities

REN Qiang¹, GAO Gui-hua¹, ZHOU Song-nan², WANG Hui-yun¹

1. College of Pharmacy, Jining Medical College, Rizhao 276826, China

2. School of Medicine, Shandong University, Jinan 250012, China

Key words: *Dryopteris* Adanson; phloroglucinols; terpenoids; flavonoids; antimalarial; antiviral; antibacterial; antitumor

鳞毛蕨属 *Dryopteris* Adanson 植物, 全世界有 230 余种, 分布于世界各地, 以亚洲大陆(特别是中国及喜马拉雅地区、日本、朝鲜)为分布中心。中国有 127 种, 为中国蕨类植物中较大的属^[1]。现代药理研究表明, 鳞毛蕨属植物化学成分具有驱虫及抗疟、抗病毒以及抗肿瘤等药理作用。为了更好地利用与开发鳞毛蕨属植物, 本文对该属植物化学成分、质量分析方法、药理作用 3 个方面进行了综述。

1 化学成分

从该属植物中分离并鉴定出多种类型的化学成

分主要包括: 间苯三酚类、萜类和黄酮类等。

1.1 间苯三酚类化合物

目前从鳞毛蕨属植物中分离得到单聚体间苯三酚类化合物 5 个(表 1 和图 1), 二聚体间苯三酚类化合物 38 个(表 2 和图 2), 三聚体间苯三酚类化合物 15 个(表 3 和图 3), 4 个及以上聚合体间苯三酚类化合物 7 个(表 4 和图 4), 鳞毛蕨属植物中分离得到的其他间苯三酚衍生物见表 5 和图 5。其中从鳞毛蕨属中发现的新化合物有 26 个(以“*”表示)。

表 1 鳞毛蕨属植物中单聚体间苯三酚类化合物

Table 1 Monomeric phloroglucinols in plants of *Dryopteris* Adanson

序号	化合物名称	植物来源	文献
1	3, 5-dimethyl-6-hydroxy-2-methoxy-4- <i>O</i> - <i>D</i> -glucopyranosyloxy-acetophenone	香叶鳞毛蕨 <i>D. fragrans</i>	2
2	1-β- <i>D</i> -glucopyranosyloxy-3-methoxy-5-hydroxybenzene	绵马鳞毛蕨 <i>D. crassirhizoma</i>	3
3	dryopteriside*	绵马鳞毛蕨	3
4	aspindinol	阔基鳞毛蕨 <i>D. dilatata</i> , <i>D. hawaiiensis</i> , <i>D. villarii</i>	4-6
5	di-methylphorobutyrophenone*	<i>D. abbreviata</i>	7

收稿日期: 2013-10-17

作者简介: 任 强, 男, 博士, 讲师, 从事中草药化学成分分析及体内物质基础研究。Tel: (0633)2983690 E-mail: renqiangimm@gmail.com

*通信作者 王慧云, 教授。E-mail: wang_huiyun@126.com

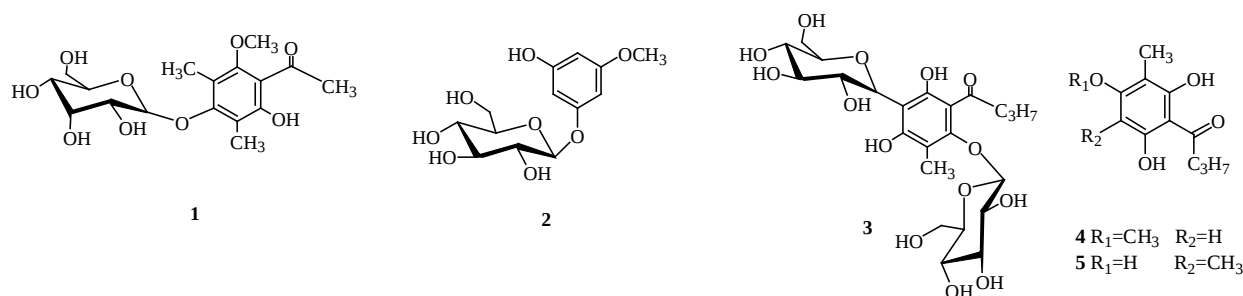


图 1 鳞毛蕨属植物中单聚体间苯三酚类化合物结构式

Fig. 1 Structures of monomeric phloroglucinols in plants of *Dryopteris Adanson*

表 2 鳞毛蕨属植物中二聚体间苯三酚类

Table 2 Dimeric phloroglucinols in plants of *Dryopteris Adanson*

序号	化合物名称	植物来源	文献
6	白绵马素 BB (albaspidin BB)	<i>D. villarii</i> , <i>D. patula</i> , <i>D. aitoniana</i> 、小刺鳞毛蕨 <i>D. spinulosa</i> 、阔叶鳞毛蕨 <i>D. austriaca</i> 、边缘鳞毛蕨 <i>D. marginalis</i> 、 <i>D. remota</i> 、金冠鳞毛蕨 <i>D. chrysocome</i>	6,8-15
7	albaspidin PB	金冠鳞毛蕨、 <i>D. villarii</i>	6,11
8	albaspidin PP	金冠鳞毛蕨、 <i>D. villarii</i>	6,11
9	albaspidin AB	<i>D. hawaiiensis</i> 、金冠鳞毛蕨、 <i>D. villarii</i> 、 <i>D. remota</i>	5-6,11,15
10	albaspidin AP	金冠鳞毛蕨、 <i>D. villarii</i>	6,11
11	albaspidin AA	<i>D. hawaiiensis</i> 、 <i>D. patula</i> 、 <i>D. villarii</i> 、绵马鳞毛蕨	5-6,8,16
12	绵马素 BB (aspidin BB)	<i>D. assimilis</i> 、中间鳞毛蕨 <i>D. intermedia</i> 、 <i>D. patula</i> 、阔基鳞毛蕨、裸果鳞毛蕨 <i>D. gymnosora</i> 、香叶鳞毛蕨、阔叶鳞毛蕨、	4,8,12,15,17-21
13	aspidin AB	中间鳞毛蕨、香叶鳞毛蕨、绵马鳞毛蕨	4,19,20,22
14	aspidin PB*	香叶鳞毛蕨	19-20
15	aspidin AA*	裸果鳞毛蕨	18
16	para-aspidin BB	小刺鳞毛蕨、 <i>D. fuscoatra</i> 、 <i>D. villarii</i> 、 <i>D. aitoniana</i> 、 <i>D. campyloptera</i> 、边缘鳞毛蕨、 <i>D. remota</i>	4-6,9,12,14-15
17	para-aspidin AA	<i>D. arguta</i>	6
18	para-aspidin AB	<i>D. hawaiiensis</i>	5
19	黄绵马酸 BB (flavaspidic acid BB)	<i>D. abbreviata</i> 、 <i>D. patula</i> 、 <i>D. aitoniana</i> 、金冠鳞毛蕨、阔叶鳞毛蕨、边缘鳞毛蕨、 <i>D. assimilis</i> 、 <i>D. remota</i> 、 <i>D. fuscoatra</i>	5,8-12,13-15,21
20	flavaspidic acid PB	<i>D. abbreviata</i> 、奇数鳞毛蕨 <i>D. sieboldii</i> 、绵马鳞毛蕨	7,23-26
21	flavaspidic acid AB	<i>D. abbreviate</i> 、 <i>D. paralloeogramme</i> 、绵马鳞毛蕨、奇数鳞毛蕨、 <i>D. fuscoatra</i>	5,7-8,22-27
22	flavaspidic acid AP	硕鳞毛蕨 <i>D. goldiana</i>	4
23	norflavaspidic acid AB*	<i>D. fuscoatra</i> 、狭基鳞毛蕨 <i>D. dickinsii</i> 、阔叶鳞毛蕨、	5,21,28
24	norflavaspidic acid PB	<i>D. fuscoatra</i>	5
25	flavaspiron	阔叶鳞毛蕨	13
26	去甲绵马素 BB (desaspidin BB)	<i>D. assimilis</i> 、 <i>D. villarii</i> 、 <i>D. patula</i> 、阔叶鳞毛蕨、边缘鳞毛蕨、 <i>D. remota</i>	4,6,8,13-15,21
27	desaspidin AB	<i>D. arguta</i>	6
28	desaspidin PB	<i>D. arguta</i>	6
29	desaspidin AP	<i>D. arguta</i>	6

续表 2

序号	化合物名称	植物来源	文献
30	desaspidin AA	<i>D. arguta</i>	6
31	phloropyron	<i>D. assimilis</i> , <i>D. campyloptera</i>	4,12
32	phloraspyron*	阔叶鳞毛蕨	13
33	phloraspin	边缘鳞毛蕨	14
34	phloraspidinol BB*	<i>D. fuscoatra</i> , 阔叶鳞毛蕨、边缘鳞毛蕨	5,13-14
35	phloraspidin BB	边缘鳞毛蕨	4,12
36	margaspidin BB*	边缘鳞毛蕨、 <i>D. fuscoatra</i> 、 <i>D. aemula</i>	4-5,14,29
37	margaspidin AB	<i>D. fuscoatra</i>	5
38	methylene-bis-aspidinol BB	边缘鳞毛蕨	12
39	methylene-bis-desaspidinol BB	阔叶鳞毛蕨	13
40	abbreviatin BB*	<i>D. abbreviate</i>	7,24
41	abbreviatin PB*	<i>D. abbreviate</i>	7
42	aemulin BB*	<i>D. aemula</i> 、绵马鳞毛蕨	22,29
43	breviatin PB	<i>D. abbreviate</i>	7

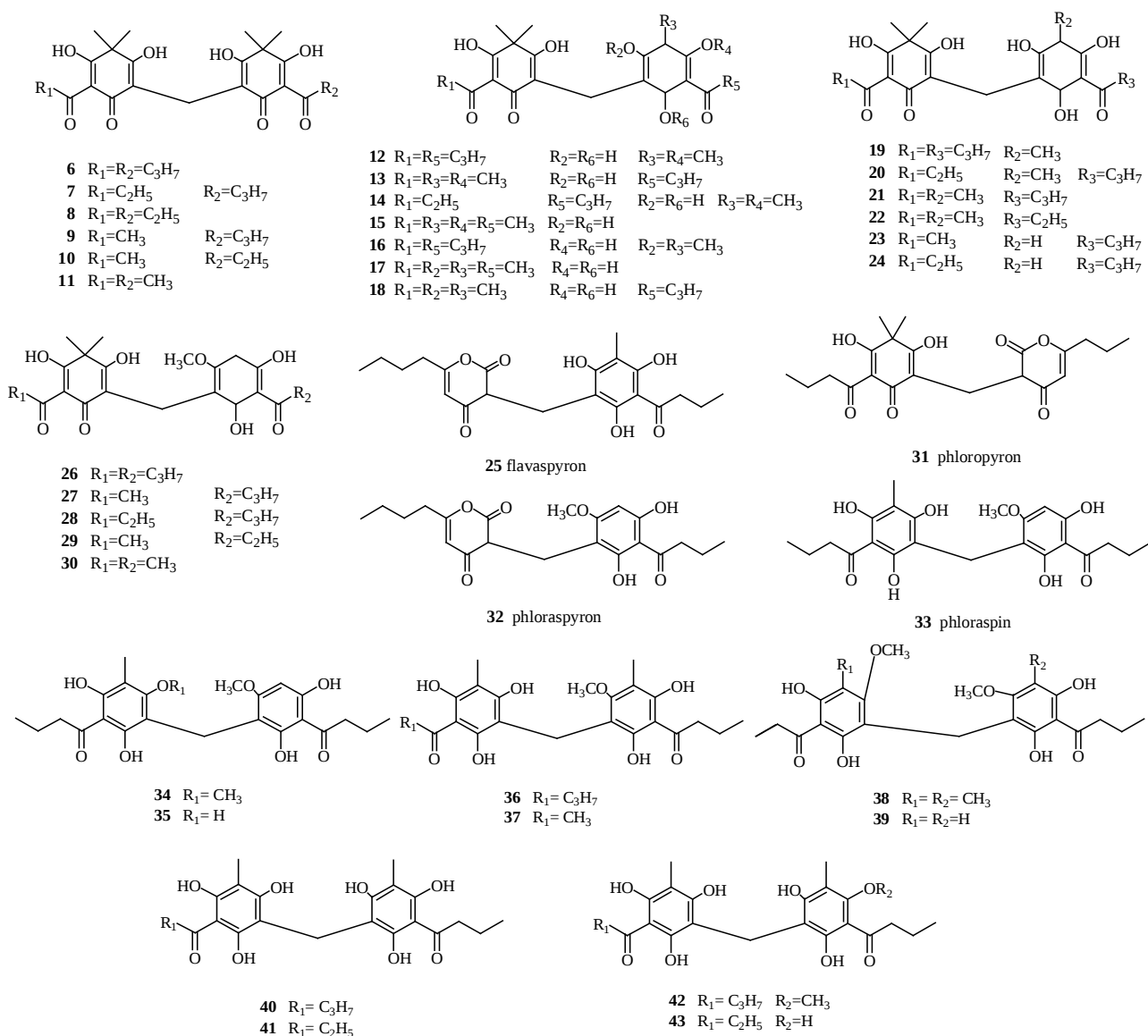


图2 鳞毛蕨属植物中二聚体间苯三酚类化合物结构式

Fig. 2 Structures of dimeric phloroglucinols in plants of *Dryopteris* Adanson

表 3 鳞毛蕨属植物中三聚体间苯三酚类化合物

Table 3 Trimeric phloroglucinols in plants of *Dryopteris* Adanson

序号	化合物名称	植物来源	文献
44	绵马酸 BBB* (filixic acid BBB)	<i>D. fuscoatra</i> 、欧洲鳞毛蕨 <i>D. filix-mas</i> 、阔叶鳞毛蕨、 <i>D. abbreviate</i> 、狭基鳞毛蕨、 <i>D. villarii</i> 、金冠鳞毛蕨、 <i>D. remota</i>	5,10-11,15,21,24,27,30
45	filixic acid PBB	欧洲鳞毛蕨、金冠鳞毛蕨	11,30
46	filixic acid PBP	欧洲鳞毛蕨、金冠鳞毛蕨、奇数鳞毛蕨	11,23,30
47	filixic acid ABB	<i>D. fuscoatra</i> 、 <i>D. villarii</i> 、 <i>D. arguta</i> 、狭基鳞毛蕨、 <i>D. abbreviate</i> 、欧洲鳞毛蕨、金冠鳞毛蕨、绵马鳞毛蕨、奇数鳞毛蕨	5,10-12,22,24,28,30-31
48	filixic acid ABP	<i>D. arguta</i> 、金冠鳞毛蕨、欧洲鳞毛蕨、绵马鳞毛蕨	11-12,22,30
49	filixic acid ABA	<i>D. fuscoatra</i> 、 <i>D. villarii</i> 、 <i>D. arguta</i> 、狭基鳞毛蕨、 <i>D. abbreviate</i> 、欧洲鳞毛蕨、 <i>D. parallelogramme</i>	5,8,10,16,24,27-28,30
50	<i>tris-aspidin</i> BBB*	阔叶鳞毛蕨、 <i>D. remota</i>	15,21
51	<i>tris-desaspidin</i> BBB*	<i>D. assimilis</i> 、阔叶鳞毛蕨、 <i>D. remota</i>	12,15,21
52	<i>tris-flavaspidic acid</i> BBB*	阔叶鳞毛蕨、 <i>D. aitoniana</i>	9,21
53	<i>tris-flavaspidic acid</i> ABB*	绵马鳞毛蕨	32
54	<i>tris-para-aspidin</i> BBB*	<i>D. pallida</i> 、 <i>D. aitoniana</i> 、 <i>D. remota</i>	9,12,15
55	<i>tris-para-aspidin</i> PBB	<i>D. pallida</i>	12
56	<i>tris-aemulin</i> BBB	<i>D. aemula</i>	12,29
57	<i>tris-aemulin</i> BAB	<i>D. aemula</i>	29
58	<i>tris-abbreviatin</i> BBB*	<i>D. abbreviata</i>	7

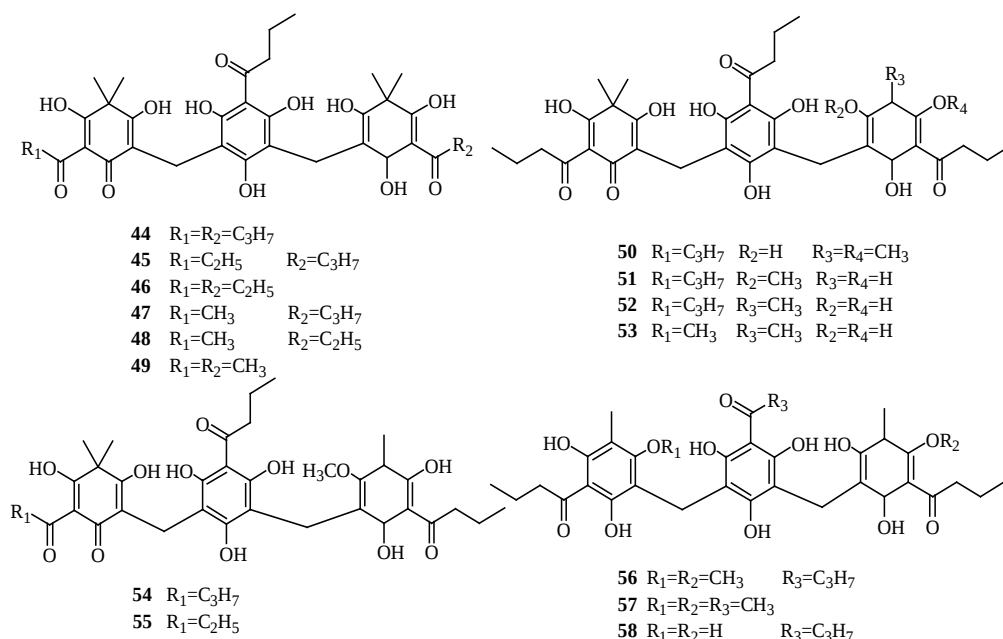


图 3 鳞毛蕨属植物中三聚体间苯三酚类化合物结构式

Fig. 3 Structures of trimeric phloroglucinols in plants of *Dryopteris* Adanson

表4 鳞毛蕨属植物中四聚体及以上间苯三酚类化合物名称和来源

Table 4 Tetrameric and higher phloroglucinols in plants of *Dryopteris Adanson*

序号	化合物名称	植物来源	文献
59	绵马贯众素* (dryocrassin ABBA)	绵马鳞毛蕨、单脉鳞毛蕨 <i>D. polylepis</i>	16,27,33
60	dryocrassin ABBP	绵马鳞毛蕨	12
61	tetra-albaspidin BBBB	阔叶鳞毛蕨、 <i>D. aitoniana</i>	9,27
62	tetra-flavaspidic acid BBBB*	欧洲鳞毛蕨、 <i>D. aitoniana</i>	9
63	penta-albaspidin BBBBB*	<i>D. aitoniana</i>	9
64	hexa-albaspidin BBBBBB*	<i>D. aitoniana</i>	9
65	hexa-flavaspidic acid BBBBBB*	<i>D. aitoniana</i>	9

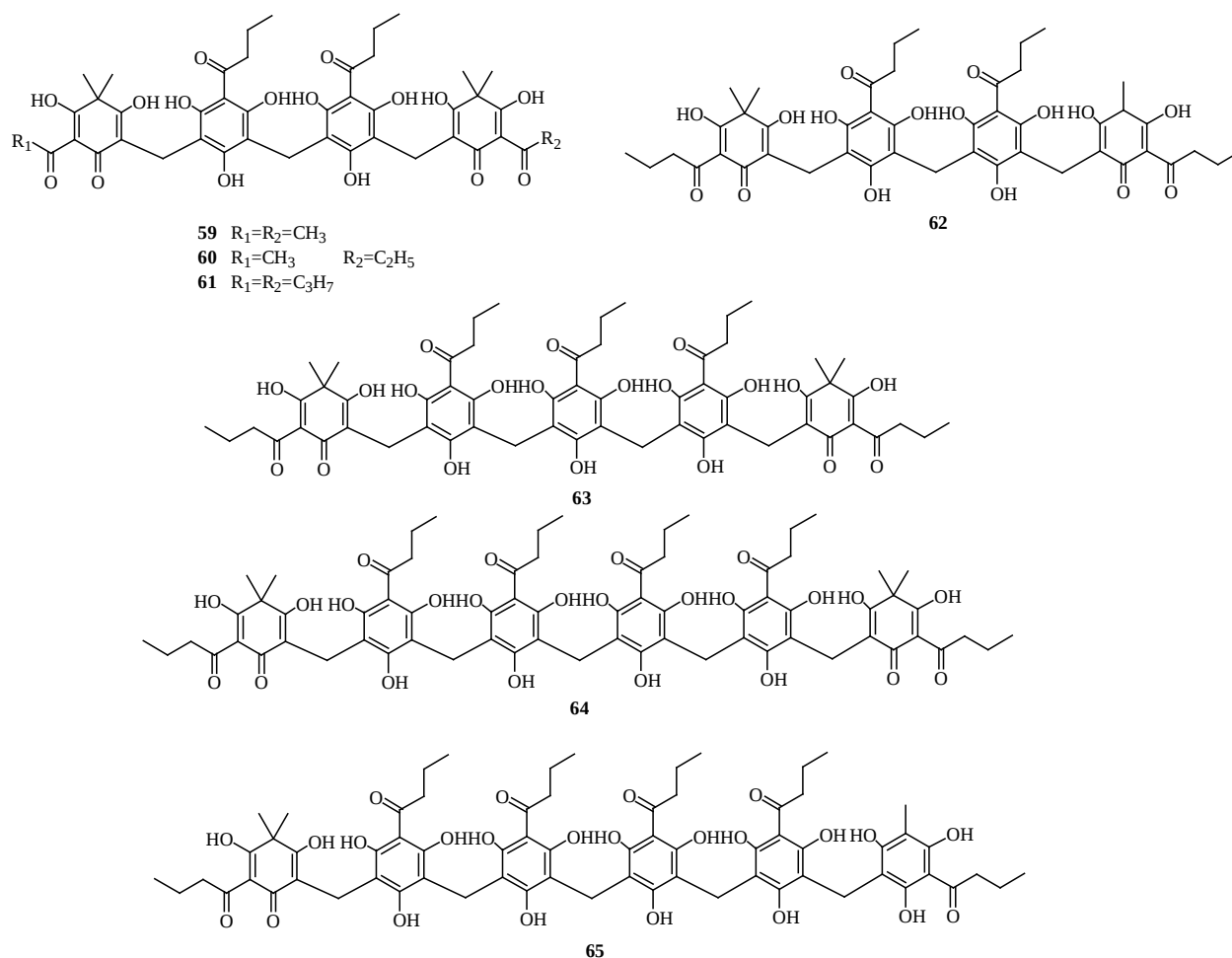


图4 鳞毛蕨属植物中四聚体及以上间苯三酚类化合物结构式

Fig. 4 Structures of tetrameric and higher phloroglucinols in plants of *Dryopteris Adanson*

表5 鳞毛蕨属植物中其他间苯三酚类衍生物

Table 5 Other phloroglucinols derivatives in plants of *Dryopteris Adanson*

序号	化合物名称	植物来源	文献
66	isobiflorin	绵马鳞毛蕨	3
67	biflorin	绵马鳞毛蕨	3
68	dryofragin*	香叶鳞毛蕨	19-20
69	atrata-phloroglucinol A*	暗鳞毛蕨 <i>D. atrata</i>	34
70	atrata-phloroglucinol B*	暗鳞毛蕨	34
71	sarothralen A	暗鳞毛蕨	34

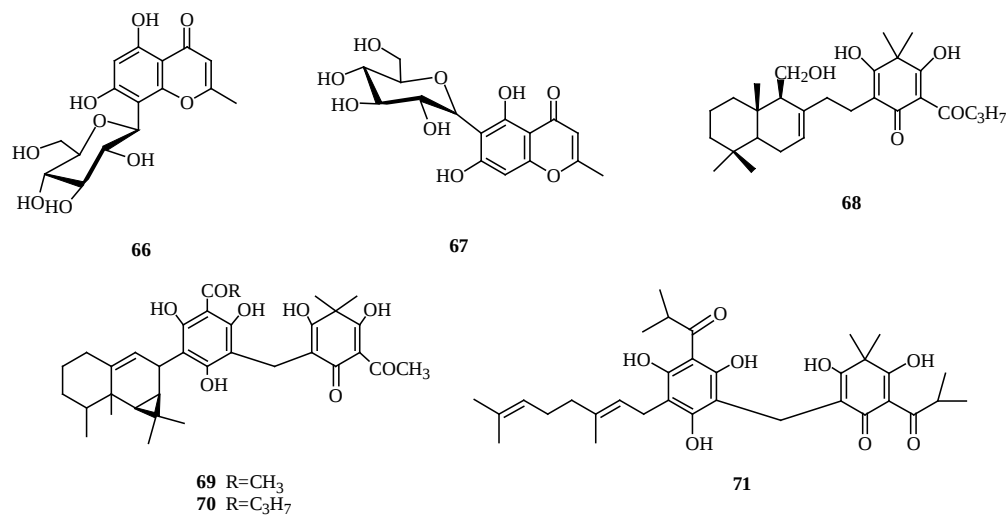


图 5 鳞毛蕨属植物中其他间苯三酚类化合物结构式

Fig. 5 Structures of other phloroglucinols derivatives in plants of *Dryopteris Adanson*

1.2 萜类化合物

目前从鳞毛蕨属植物中分离得到的萜类化合物有 21 个，其中发现的新化合物有 6 个。具体化合物名称、植物来源见表 6，结构式见图 6。

1.3 黄酮类化合物

目前从鳞毛蕨属植物中分离得到的黄酮类化合物有 7 个，其中发现的新化合物有 4 个。具体化合物名称、植物来源见表 7，结构式见图 7。

表 6 鳞毛蕨属植物中萜类化合物

Table 6 Terpenoids in plants of *Dryopteris Adanson*

序号	化合物名称	植物来源	文献
72	albicanol*	香叶鳞毛蕨	19-20
73	(+)-aristol-9-ene	暗鳞毛蕨	34
74	albicanyl acetate	香叶鳞毛蕨	20
75	α -cadinene	香叶鳞毛蕨	20
76	conicumol	香叶鳞毛蕨	20
77	β -谷甾醇 (β -sitosterol)	香叶鳞毛蕨	20
78	fern-7-ene	绵马鳞毛蕨	35
79	neohop-12-ene	绵马鳞毛蕨	35
80	trisorhopane*	绵马鳞毛蕨	35
81	里白醇 (diplopterol)	绵马鳞毛蕨	16
82	fern-9 (11)-ene*	绵马鳞毛蕨	35-37
83	hop-22 (29)-ene*	绵马鳞毛蕨	35-37
84	dryocrassyl acetate*	绵马鳞毛蕨	37-38
85	东北贯众醇* (dryocrassol)	绵马鳞毛蕨	37-38
86	fern-9 (11)-en-12-one	绵马鳞毛蕨	37
87	异铁线蕨酮 (isoadiantone)	绵马鳞毛蕨	37
88	17- α -H-trisorhopanone	绵马鳞毛蕨	37
89	hydroxyhopane	绵马鳞毛蕨	37
90	双盖萜烯 (diploptene)	绵马鳞毛蕨	16
91	雁齿烯 (filicene)	绵马鳞毛蕨	16
92	铁线蕨酮 (adiantone)	绵马鳞毛蕨	16,37

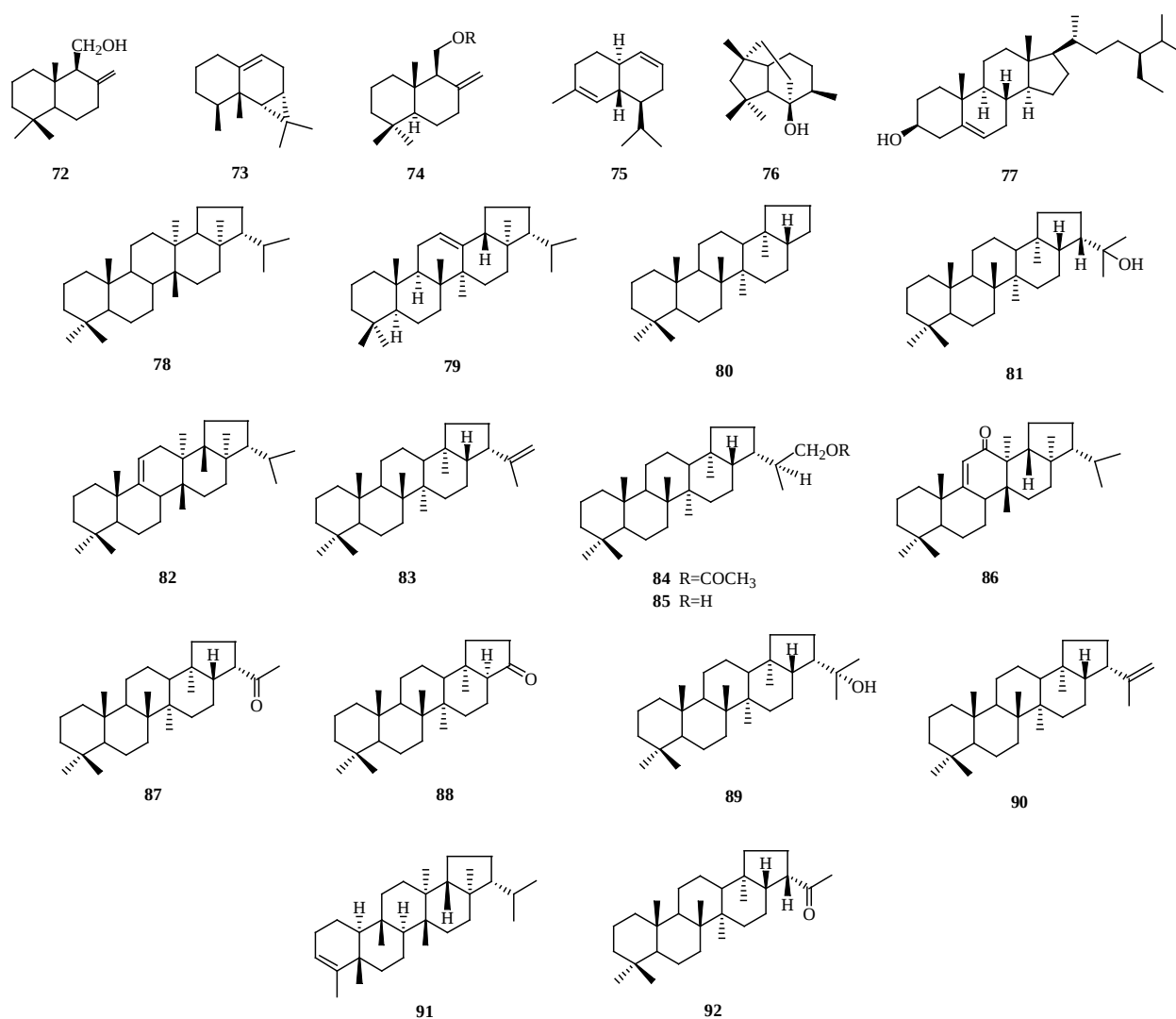


图6 鳞毛蕨属植物中萜类化合物结构式

Fig. 6 Structures of terpenoids in plants of *Dryopteris Adanson*

表7 鳞毛蕨属植物中黄酮类化合物

Table 7 Flavonoids in plants of *Dryopteris Adanson*

序号	化合物名称	植物来源	文献
93	4 β -carboxymethyl(-)-epicatechin	绵马鳞毛蕨	3
94	(+)-catechin-6-C- β -D-glucopyranoside	绵马鳞毛蕨	3
95	crassirhizomoside A*	绵马鳞毛蕨	39
96	crassirhizomoside B*	绵马鳞毛蕨	39
97	crassirhizomoside C*	绵马鳞毛蕨	39
98	sutchuenoside A	绵马鳞毛蕨	39
99	香蕨色原酮* (frachromone A)	香叶鳞毛蕨	40

2 质量分析

关于鳞毛蕨属植物质量分析方法方面的研究已有文献报道。绵马贯众为鳞毛蕨属植物绵马鳞毛蕨的干燥根茎及叶柄残基,被收录到《中国药典》2010

年版,作为中药使用。定性分析中《中国药典》采用绵马贯众对照药材,而在定量分析中,采用薄层色谱法^[41-42]、气相色谱-质谱法(GC-MS)^[42-43]和高效液相色谱法^[44-48]对指标成分绵马贯众素(59)、

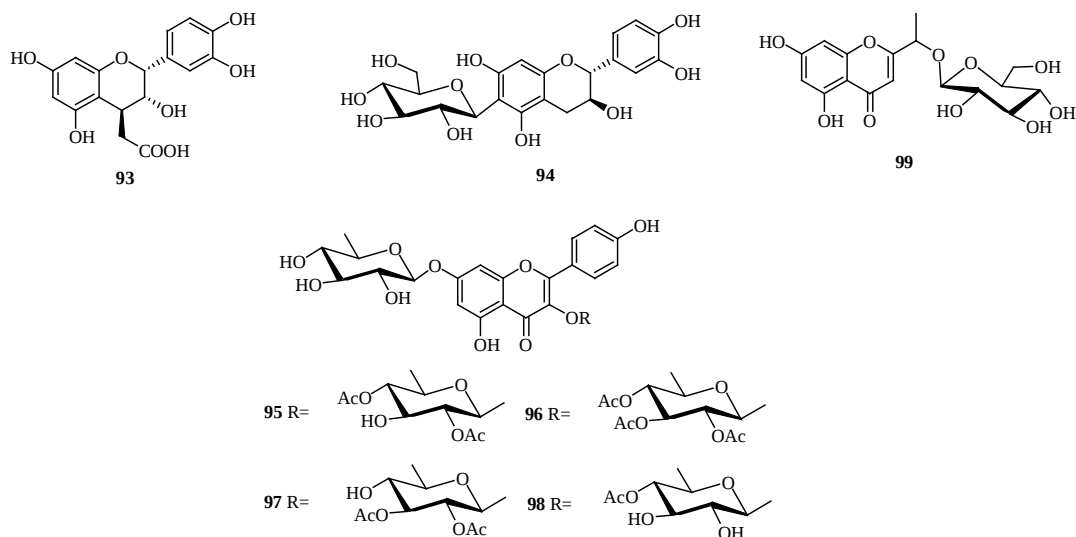


图 7 鳞毛蕨属中黄酮类化合物结构式

Fig. 7 Structures of flavonoids in plants of *Dryopteris Adanson*

aspidinol (4)、aspidin PB (14)、aspidin BB (12) 和 dryofragin (68) 等进行定量^[45-48]。

2.1 定性分析

2.1.1 薄层色谱法 取绵马贯众、苏铁蕨贯众、大贯众 3 种样品，用氯仿-丙酮-冰醋酸 (8:2:0.25) 展开，先喷 0.5% 固蓝 B 盐溶液，再喷 0.1 mol/L 氢氧化钠溶液，结果绵马贯众有数个橙红色斑点，而苏铁蕨贯众、大贯众则不显斑点^[41]。

《中国药典》2010 版一部采用薄层色谱法对绵马贯众进行定性鉴别，以正己烷-三氯甲烷-甲醇 (30:15:1) 为展开剂，展开，喷以 0.3% 坚牢蓝 BB 盐的稀乙醇溶液。在 40 °C 放置 1 h 后，显色分析^[42]。

2.1.2 气相色谱-质谱法 采用 GC-MS 法，对从硅胶柱色谱得到的绵马贯众油状物进行成分分析鉴定，获得 17 个化学成分的色谱峰并鉴定了其中的 12 个化学成分^[43]。

Kathirvel 等^[44]采用 GC-MS 法，对鳞毛蕨属植物二型鳞毛蕨叶子 *D. cochleata* 中化学成分和抗氧化活性化合物进行分析。

2.2 定量分析

肖国君等^[45]采用 HPLC 法测定绵马贯众中绵马贯众素的量。色谱柱为 VP-ODS (150 mm×4.6 mm, 5 μm)；流动相为乙腈-氯仿-异丙醇-0.3% 磷酸-0.1% 十二烷基硫酸钠 (50:10:35:10:5)；体积流量为 1.0 mL/min；检测波长为 286 nm；柱温为 25 °C。线性范围 0.04~1.28 μg，平均加样回收率为 100.6%。

司云珊等^[46]采用 HPLC 法测定绵马贯众中绵马贯众素的量。色谱柱为 Novapak C₁₈ (250 mm×4.6

mm, 5 μm)；流动相为异丙醇-甲醇-氯仿-水-磷酸 (102:20:12:24:0.1)；体积流量为 1.0 mL/min；检测波长为 283 nm；进样量为 10 μL。线性范围 0.4~1.6 μg，加样回收率为 101.23%。

张思巨等^[47]采用薄层扫描法测定绵马贯众中绵马贯众素的量。展开剂为正己烷-氯仿-甲醇 (30:15:1)，展距 15 cm。显色剂 0.1% 坚牢蓝 B 盐 50% 乙醇液，采用 2 次展开。双波长反射法线性扫描。线性范围 1~8 μg，加样回收率为 98.1%。

Li 等^[48]采用 HPLC-DAD 法测定香叶鳞毛蕨中 4 种化学成分的量。色谱柱为 Kinetex C₁₈ (100 mm×4.6 mm, 2.6 μm)；流动相为乙腈 (0.15% 甲酸)-水；体积流量为 0.8 mL/min；检测波长分别为 286、298、353、288 nm；采用离子液体的表面活性剂，并通过微波辅助提取香叶鳞毛蕨中 4 个主要的化学成分 aspidinol、aspidin PB、aspidin BB、dryofragin。结果线性范围 4.60~586 μg/mL，加样回收率为 96.9%~103.5%。最低检测限为 0.46~0.78 μg/mL，最低定量限为 1.53~2.60 μg/mL。

3 药理作用

3.1 驱虫及抗疟作用

绵马贯众中的绵马贯众素对绦虫有较强的毒性^[49]。对猪蛔虫、绵羊肺线虫、肝吸虫也有不同程度的抑制作用^[50]。

采用伯氏疟原虫 K₁₇₃ 株，通过 Peters 4 d 抑制实验法，镜检原虫。以给药组与对照组原虫寄生率之比计算原虫抑制率。对绵马贯众的甲醇总提取物及其石油醚萃取部分、醋酸乙酯萃取部分、正丁醇萃取部分

和萃取后的水部分, 5 个部位进行了抗疟活性测试。结果表明石油醚 ($ED_{50}=150.57 \text{ mg/kg}$, $ED_{90}=426.98 \text{ mg/kg}$) 和醋酸乙酯萃取部分 ($ED_{50}=213.96 \text{ mg/kg}$, $ED_{90}=605.99 \text{ mg/kg}$) 具有较强抗疟活性^[51]。

对绵马贯众有效部位进一步精制, 进行药效和急性毒性实验。实验结果显示, 精制后的有效部位的抗疟活性比之前未精制的提高了 1.1 倍, 而毒性降低了 22.6 倍, 说明精制后的有效部位保留了抗疟活性成分, 而去掉了有毒成分^[52]。

3.2 抗病毒作用

绵马贯众中的黄绵马酸 AB (21) 可以诱导猪肺泡巨噬细胞中 α -干扰素 (IFN- α)、IFN- β 和 IL1- β 的表达, 达到对猪繁殖与呼吸综合征病毒的复制具有抑制作用^[53]。绵马贯众 50%乙醇提取物的正丁醇萃取物对禽流感 H_5N_2 亚型病毒具有显著抑制作用。通过高效液相色谱-质谱联用技术分析发现, 正丁醇部分主要含有间苯三酚类化合物。表明间苯三酚类化合物是绵马贯众抗流感病毒活性的主要成分^[54]。采用鸡胚实验, 对绵马贯众、黄芩、金银花、苦参、连翘 5 味中药进行了研究。结果发现, 绵马贯众对流感病毒 (FM1) 的预防及治疗作用均优于其他 4 味中药^[55]。另外, 通过离体实验发现绵马贯众水、乙醇提取物对 FM1、呼吸道合胞病毒 (Long)、副流感病毒 (I、III 型)、腺病毒 (AD3) 均具有一定的抗病毒作用; 并通过在体实验, 观察到绵马贯众水、乙醇提取物可降低感染 FM1 株流感病毒的昆明种小鼠的肺指数, 减轻病毒引起的肺损伤。同时观察到绵马贯众水提取物对狗肾传代细胞 (MDCK)、宫颈癌细胞 (HeLa) 的毒性比乙醇提取物稍大; 但是从离体、在体实验结果看, 绵马贯众水提取物的抗病毒活性略好于乙醇提取物^[56]。此外, 绵马贯众还具有抗艾滋病病毒作用。从绵马贯众中分离得到山柰酚鼠李糖苷 (95~97) 对 HIV-1 病毒具有抑制作用^[57]。

3.3 抗菌作用

绵马贯众甲醇提取物正己烷萃取部分有较强的抑菌作用^[58]。采用药敏实验方法, 对绵马贯众甲醇提取物、石油醚萃取部分、醋酸乙酯萃取部分、正丁醇萃取部分以及水部分, 进行抗菌活性测试。结果表明, 石油醚和正丁醇萃取部分对大肠杆菌和金黄色葡萄球菌有较好的抗菌作用^[59]。另外, 绵马贯众对痢疾杆菌、伤寒杆菌、大肠杆菌、变形杆菌、绿浓杆菌、枯草芽孢杆菌、金黄色葡萄球菌及部分皮肤真菌均有不同抑制作用^[59-60]。

3.4 抗癌作用

体外培养人肝癌细胞 SMMC-7721, 以 MTT 法测其对 SMMC-7721 线粒体代谢活性的影响。结果表明绵马贯众提取物对人肝癌细胞有抑制作用, 降低线粒体代谢活性^[61]。Cao 等^[62]对红盖鳞毛蕨中黄酮类成分, 通过人非小细胞肺癌细胞 A549 毒性筛选, 发现具有较好的抑制肺癌细胞生长活性。另据报道, 绵马贯众提取物对宫颈癌 U₁₄、肉瘤 S₁₈₀、脑瘤 B₂₂ 和腹水型 ARS 细胞株有抑制作用。绵马贯众抗肿瘤的的有效成分 (间苯三酚类化合物) 能导致白血病细胞 P₃₈₈ 线粒体复性肿胀, 外膜溶解消失, 抑制肿瘤细胞的吸收^[63]。通过体外甲基纤维素培养法和 L-651 白血病小鼠体内实验, 观察砒霜、斑蝥、绵马贯众和牵牛子等 10 味中药的抗白血病作用, 并用柔红霉素和环磷酰胺作为对照, 结果表明绵马贯众不仅在体外, 而且在体内对白血病细胞具有明显的抑制作用, 可明显延长 L-615 小鼠生存期^[64]。绵马贯众素具有诱导白血病细胞凋亡的作用^[65]。对绵马贯众中的间苯三酚类化学成分进行癌症化学预防剂筛选, 发现二聚体 aspidin BB 和 desaspidin BB, 具有抑制由佛波酯 (TPA) 诱导的癌细胞生长的作用^[66]。

3.5 其他

绵马贯众对实验性肝损伤具有保护作用。采用四氯化碳和 D-氨基半乳糖肝损伤模型小鼠, 以联苯双酯为阳性对照。结果发现绵马贯众提取物可降低四氯化碳、D-氨基半乳糖诱发肝损伤小鼠的谷丙转氨酶水平, 降低肝组织丙二醛 (MDA) 的量, 对四氯化碳肝损伤模型小鼠的肝脏病理损害有一定改善作用^[67]。

此外, 绵马贯众水煎剂对大鼠子宫平滑肌有明显的收缩作用。研究发现绵马贯众对家兔离体及在体子宫平滑肌有显著的兴奋作用, 收缩增强, 张力提高^[68]。绵马贯众具有抗衰老作用。用不同浓度的绵马贯众水提物的培养基饲养果蝇, 测定不同日龄果蝇体内超氧化物歧化酶 (SOD) 活性及 MDA 量的变化, 结果表明, 绵马贯众能够显著提高果蝇体内 SOD 活性, 抑制体内 MDA 量增加, 从而起到延缓衰老的作用^[69]。

4 结语

本文对鳞毛蕨属植物的化学成分、质量分析方法及药理作用 3 个方面的研究概况进行了综述。化学成分研究表明该属植物主要包括: 间苯三酚类、萜类、黄酮类等结构类型的化学成分。间苯三酚类成分结构骨架相似, 但鳞毛蕨属不同种植物之间化

学成分结构存在一定的差异,如欧洲鳞毛蕨主要含有绵马酸 BBB (44),而绵马鳞毛蕨(绵马贯众)主要含有绵马贯众素。

绵马贯众具有的抗病毒和抗肿瘤作用,对鳞毛蕨属植物进行系统性文献综述,为进一步研究该属植物抗病毒和抗肿瘤作用机制以及合理使用该属植物提供了有价值的参考。

参考文献

- [1] 中国科学院中国植物志编委会. 中国植物志 [M]. 北京: 科学出版社, 2000.
- [2] Hai X K, Yan L Z, Guo Y L, et al. A new phenolic glycoside from the aerial parts of *Dryopteris fragrans* [J]. *Fitoterapia*, 2008, 79(4): 319-320.
- [3] Xiao L C, Wei L, Kazuo K, et al. Phenolic constituents from the rhizomes of *Dryopteris crassirhizoma* [J]. *Chem Pharm Bull*, 2006, 54(5): 748-750.
- [4] Lounasmaa M, Karjalainen A, Widén C J, et al. Mass spectral studies on some naturally occurring phloroglucinol derivatives. Part III. The mass spectra of some mono- and bicyclic phloroglucinol derivatives from rhizomes of different *Dryopteris* species [J]. *Acta Chem Scand*, 1972, 26(1): 89-101.
- [5] Patama T T, Widén C J. Phloroglucinol derivatives from *Dryopteris fuscoatra* and *D. hawaiiensis* [J]. *Phytochemistry*, 1991, 30(10): 3305-3310.
- [6] Eckhard W, Jan F S, Monika I, et al. Acylphloroglucinols and flavonoid aglycones produced by external glands on the leaves of two *Dryopteris* ferns and *Currantia robertiana* [J]. *Phytochemistry*, 1998, 48(6): 931-939.
- [7] Maksut C, Akiyo S, Sansei N, et al. Phloroglucinol derivatives of *Dryopteris abbreviata* [J]. *Chem Pharm Bull*, 1982, 30(11): 4102-4106.
- [8] Tryon R, Widén C J, Huhtikangas A, et al. Phloroglucinol derivatives in *Dryopteris parallelogramma* and *D. patula* [J]. *Phytochemistry*, 1973, 12(3): 683-687.
- [9] Josef V E, Tadeus R, Widén C J. The phloroglucinols of *Dryopteris aitoniana pichi* serm (*Dryopteridaceae*, *Pteridophyta*) [J]. *Helv Chim Acta*, 1985, 68(5): 1251-1275.
- [10] Hisada S, Shiraishi K, Inagaki I. A new acylphloroglucinol from *Dryopteris dickinsii* [J]. *Phytochemistry*, 1972, 11(5): 1850-1851.
- [11] Puri H S, Widén C J, Lounasmaa M. Phloroglucinol derivatives in *Dryopteris chrysocoma* [J]. *Phytochemistry*, 1976, 15(2): 343-344.
- [12] Widén C J, Pyysalo H, Salovaara P. Separation of naturally occurring acylphloroglucinols by high-performance liquid chromatography [J]. *J Chromatogr*, 1980, 188(1): 213-220.
- [13] Penttilä A, Sundman J. Phloraspyron and phloraspidinol, new derivatives from *Dryopteris ferns* [J]. *Acta Chem Scand*, 1963, 17(7): 1886-1890.
- [14] Penttilä A, Kapadia G J. Isolation, structure, and synthesis of margaspidin, a new *Dryopteris* phloroglucinol derivative [J]. *J Pharm Sci*, 1965, 54(9): 1362-1364.
- [15] Widén C J, Von Euw J, Reichstein T. Trispara-aspidin, ein neues phloroglucid aus dem farn *Dryopteris remota* (A. Br.) Hayek [J]. *Helv Chim Acta*, 1970, 53(8): 2176-2188.
- [16] 吴寿金, 杨秀贤, 张 丽, 等. 绵马贯众化学成分的研究 (I) [J]. 中草药, 1996, 27(8): 458-459.
- [17] Lounasmaa M, Widén C J, Huhtikangas A. Phloroglucinol derivatives of *Hagenia abyssinica*. III. Reductive alkaline cleavages of kosotoxin and protokosin, and of aspidin BB (*Dryopteris assimilis*) [J]. *Acta Chem Scand*, 1974, 28(10): 1209-1218.
- [18] Hisada S, Inoue O, Inagaki I. A new acylphloroglucinol of *Dryopteris gymnosora* [J]. *Phytochemistry*, 1974, 13(3): 655.
- [19] Hideyuki I, Takashi M, Kazuko M, et al. Dryofragin and aspidin PB, piscicidal components from *Dryopteris fragrans* [J]. *Chem Pharm Bull*, 1997, 45(10): 1720-1722.
- [20] Hideyuki I, Takashi M, Kazuko M, et al. Ichthyotoxic phloroglucinol derivatives from *Dryopteris fragrans* and their antitumor promoting activity [J]. *Chem Pharm Bull*, 2000, 48(8): 1190-1195.
- [21] Penttilä A, Sundman J. Trisaspidin, trisdesaspidin and trisflavaspidic acid, three new three-ring phloroglucinol derivatives from *Dryopteris austriaca* [J]. *Acta Chem Scand*, 1963, 17(9): 2361-2369.
- [22] 吴寿金, 杨秀贤. 绵马贯众化学成分的研究 II. 绵马贯众中间苯三酚衍生物的质谱-质谱分析 [J]. 中草药, 1997, 28(12): 712-714.
- [23] Hisada S, Inoue O, Inagaki I. Isolation of flavaspidic acid-PB from *Dryopteris sieboldii* [J]. *Phytochemistry*, 1973, 12(6): 1493-1494.
- [24] Maksut C, Akiyo S, Sansei N, et al. A phloroglucinol derivative of *Dryopteris abbreviata* [J]. *Phytochemistry*, 1982, 21(6): 1453-1454.
- [25] Lee S M, Na M K, An R B, et al. Antioxidant activity of two phloroglucinol derivatives from *Dryopteris crassirhizoma* [J]. *Biol Pharm Bull*, 2003, 26(9): 1354-1356.
- [26] Lee H B, Kim J C, Lee S M. Antibacterial activity of two phloroglucinols, flavaspidic acids AB and PB, from *Dryopteris crassirhizoma* [J]. *Arch Pharm Res*, 2009, 32(5): 655-659.
- [27] Widén C J, Lounasmaa M, Sarvela J. Phloroglucinol derivatives of *Dryopteris crassirhizoma* from Japan [J]. *Acta Chem Scand*, 1975, B29(8): 859-862.
- [28] Hisada S, Shiraishi K, Inagaki I. Phloroglucinol derivatives of *Dryopteris dickinsii* and some related ferns [J]. *Phytochemistry*, 1972, 11(9): 2881-2882.
- [29] Widén C J, Lounasmaa M, Gabor V, et al. Phloroglucide von drei dryopteris-arten von den azoren sowie zwei arten von madeira und den kanarischen inseln zum vergleich [J]. *Helv Chim Acta*, 1975, 58(3): 880-904.
- [30] Penttilä A, Sundman J. The structures of filixic acids [J]. *Acta Chem Scand*, 1963, 17(1): 191-198.
- [31] Hisada S, Inoue O, Inagaki I. Phloroglucinol derivatives of *Dryopteris sieboldii* [J]. *Phytochemistry*, 1973, 12(8): 2055.
- [32] Gao Z P, Ali Z, Zhao J P, et al. Phytochemical investigation of the rhizomes of *Dryopteris crassirhizoma* [J]. *Phytochem Lett*, 2008, 1(4): 188-190.
- [33] Noro Y, Okuda K, Shimada H, et al. Dryocrassin: a new

- acylphloroglucinol from *Dryopteris crassirhizoma* [J]. *Phytochemistry*, 1973, 12(6): 1491-1493.
- [34] Hiroyuki F, Hisanori N, Hiroshi W, et al. Two new acyl-phloroglucinols from *Dryopteris atrata* [J]. *Chem Pharm Bull*, 1997, 45(6): 1101-1102.
- [35] Shiojima K, Suzuki M, Matsumura T, et al. Fern constituent: a new triterpenoid hydrocarbon, trisnorhopane, isolated from the leaves of *Dryopteris crassirhizoma* and *Gleichenia japonica* [J]. *Chem Pharm Bull*, 1994, 42(2): 377-378.
- [36] Ageta H, Iwata K, Yonezawa K. Fern constituents: fernene and diploptene, triterpenoid hydrocarbons isolated from *Dryopteris crassirhizoma* NAKAI [J]. *Chem Pharm Bull*, 1963, 11(3): 408-409.
- [37] Kenji S, Yoko A, Hiroyuki A. Seasonal fluctuation of triterpenoid constituents from dried leaflets of *Dryopteris crassirhizoma* [J]. *Phytochemistry*, 1990, 29(4): 1079-1082.
- [38] Ageta H, Shiojima K, Arai Y. Fern constituents: dryocrassol and dryocrassyl acetate isolated from the leaves of aspidiaceous fern [J]. *Tetrahedron Lett*, 1975, 16(38): 3297-3298.
- [39] Min B S, Tomiyama M, Ma C M, et al. Kaempferol acetylramnosides from the rhizome of *Dryopteris crassirhizoma* and their inhibitory effects on three different activities of human immunodeficiency virus-1 reverse transcriptase [J]. *Chem Pharm Bull*, 2001, 49(5): 546-550.
- [40] 彭冰, 曾祖平, 李萍, 等. 香鳞毛蕨中1个新的色原酮苷 [J]. *中草药*, 2013, 44(17): 2347-2349.
- [41] 薛漓. 贯众与其混用品大贯众(杪罗)的鉴别 [J]. *中草药*, 2004, 35(9): 1062-1063.
- [42] 中国药典 [S]. 一部. 2010.
- [43] 高增平, 马秉智, 陆蕴如, 等. 绵马贯众的化学成分研究 II [J]. *北京中医药大学学报*, 2004, 27(1): 52-53.
- [44] Kathirvel A, Sujatha V. Phytochemical studies, antioxidant activities and identification of active compounds using GC-MS of *Dryopteris cochleata* leaves [J]. *Arabian J Chem*, doi: <http://dx.org/10.1016/j.arabjc.2012.03.018>.
- [45] 肖国君, 叶利明, 吴纯洁, 等. HPLC法测定绵马贯众中绵马贯众素的含量 [J]. *药物分析杂志*, 2005, 25(5): 502-504.
- [46] 司云珊, 徐瞰海, 韩冬, 等. RP-HPLC法测定绵马贯众药材中绵马贯众素 [J]. *中草药*, 2008, 39(12): 1894-1895.
- [47] 张思巨, 艾铁民, 杨立新. 绵马贯众贮存时间与药材质量相关性研究 [J]. *中国中药杂志*, 1996, 21(4): 206-207.
- [48] Li X J, Yu H M, Gao C. Application of ionic liquid-based surfactants in the microwave-assisted extraction for the determination of four main phloroglucinols from *Dryopteris fragrans* [J]. *J Sep Sci*, 2012, 35(24): 3600-3608.
- [49] 肖培根. 新编中药志 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2002.
- [50] 鲁因义, 孙吉林, 等. 贯众合剂对绵羊肺线虫的驱虫效果试验 [J]. *中国兽医科技*, 1991, 21(4): 36.
- [51] 高增平, 陆蕴如, 李国福. 绵马贯众抗疟活性筛选 [J]. *北京中医药大学学报*, 2002, 25(4): 45-46.
- [52] 高增平, 陆蕴如, 江佩芬, 等. 绵马贯众部分 II 的抗疟作用和急性毒性实验研究 [J]. *北京中医药大学学报*, 2002, 25(2): 52-53.
- [53] Yang Q, Gao L, Si J Y, et al. Inhibition of porcine reproductive and respiratory syndrome virus replication by flavaspidic acid AB [J]. *Antiviral Res*, 2013, 97(1): 66-73.
- [54] 陈建新, 曾振灵, 方炳虎, 等. 绵马贯众抗禽流感病毒活性部位的高效液相色谱-质谱法分析 [J]. *分析测试学报*, 2008, 27(6): 623-626.
- [55] 杨关林, 张杨, 南春红, 等. 绵马贯众等五味中药抗甲型流感病毒 FM1 株的实验研究 [J]. *实用中医内科杂志*, 2010, 24(7): 3-4.
- [56] 孙科峰, 于艳, 李丽静, 等. 绵马贯众水和乙醇提取物抗病毒的实验研究 [J]. *中国中西医结合儿科学*, 2010, 2(4): 319-321.
- [57] Byung S M, Miyuki T, Chao M M. Kaempferol acetylramnosides from the rhizome of *Dryopteris crassirhizoma* and their inhibitory effects on three different activities of human immunodeficiency virus-1 reverse transcriptase [J]. *Chem Pharm Bull*, 2001, 49(5): 546-550.
- [58] Dong Y K, Kang O H, Jang G C. Antibacterial effect of *Dryopteris crassirhizoma* against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* [J]. *Fitoterapia*, 2007, 78(6): 430-433.
- [59] 陈红云, 蒋金元, 王超芬, 等. 绵马贯众的抗菌活性研究 [J]. *大理学院学报*, 2005, 4(3): 22-23.
- [60] 蒋亚生, 杨宁. 贯众的药理研究进展 [J]. *药学实践杂志*, 2000, 18(1): 17-18.
- [61] 尚正明, 宋景贵, 徐朝晖, 等. 贯众水提物对体外培养人肝癌细胞增殖及代谢的影响 [J]. *医学研究通讯*, 2000, 29(5): 5-7.
- [62] Cao J G, Xia X, Chen X F, et al. Characterization of flavonoids from *Dryopteris erythrosora* and evaluation of their antioxidant, anticancer and acetylcholinesterase inhibition activities [J]. *Food Chem Toxicol*, 2013, 51: 242-250.
- [63] 薛惟建, 王士贤, 李德华. 贯众抗肿瘤有效组分对 P₃₈₈ 细胞超微结构及细胞呼吸的作用 [J]. *中国药理学通报*, 1987, 3(5): 291-293.
- [64] 韩秀荣, 马军, 于绍雄, 等. 砒霜、斑蝥等 10 味中草药抗白血病作用的体内外实验研究 [J]. *中国中医药科技*, 1996, 3(6): 15-18.
- [65] 陈婷梅, 祝彼得. 抗白血病中药及天然药物的研究现状 [J]. *中国中西医结合杂志*, 1995, 15(5): 317-319.
- [66] Kapadia G J, Tokuda H, Konoshima T. Anti-tumor promoting activity of *Dryopteris* phlorophenone derivatives [J]. *Cancer Lett*, 1996, 105(2): 161-165.
- [67] 韦四煌, 方鉴, 詹皓, 等. 贯众提取物的保肝降酶作用 [J]. *航空军医*, 2004, 32(3): 109-111.
- [68] 朴梅子, 朴锦玉. 东北贯众对子宫平滑肌的作用 [J]. *吉林中医药*, 1996(5): 36.
- [69] 潘伟槐, 俞长亮, 陈雪静, 等. 贯众水提物对不同龄果蝇体内 SOD 活性及 MDA 含量的影响研究 [J]. *中国老年学杂志*, 2002, 22(6): 509-510.