

## 苦参化学成分研究进展

张翅<sup>1,3</sup>, 马悦<sup>1,2</sup>, 高慧敏<sup>1,2\*</sup>, 张启伟<sup>1,2</sup>, 王智民<sup>1,2\*</sup>

(1. 中国中医科学院中药研究所, 北京 100700; 2. 中药质量控制技术国家工程实验室, 北京 100700;  
3. 天津中医药大学, 天津 300193)

**[摘要]** 对苦参的化学成分进行分析和总结, 为其资源的综合利用与开发提供参考。苦参化学研究主要集中在根部, 成分类别包括生物碱、黄酮、三萜皂苷、木脂素、酚酸和少量的苯丙素类成分, 其中已分离得到了 41 个生物碱和 108 个黄酮类化合物, 但是对茎、叶、花、果等非药用部位的研究较少。对苦参地上部分开展深入化学研究有利于充分利用苦参资源。

**[关键词]** 苦参; 化学成分; 生物碱; 黄酮; 木脂素; 三萜皂苷

**[中图分类号]** R284.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2014)04-0205-10

**[doi]** 10.11653/syfyj2014040205

## Advance on Chemical Constituents in *Sophora flavescens*

ZHANG Chi<sup>1,3</sup>, MA Yue<sup>1,2</sup>, GAO Hui-min<sup>1,2\*</sup>, ZHANG Qi-wei<sup>1,2</sup>, WANG Zhi-min<sup>1,2\*</sup>

(1. Institute of Chinese Materia Medica, China Academy of Chinese Medical sciences, Beijing 100700, China;  
2. National Engineering Laboratory for Quality Control Technology of Chinese herbal Medicines,  
Beijing 100700, China; 3. Tianjin University of Traditional Chinese Medicine, Tianjin 300193, China)

**[Abstract]** To analyze and summarize the chemical constituents in *Sophora flavescens*, and provide some evidences for the comprehensive research and development of its resource. The previous literatures on the chemical constituents of *S. flavescens* were checked and then analyzed. The chemical studies were focused on the roots of this plant and the reported compounds mainly included alkaloids, flavonoids, triterpenoid saponins, lignans, phenolic acids, and etc. Among the isolated compounds, 41 alkaloids and 108 flavonoids were detailedly described and their structures were presented. However, few investigations were carried out on non-medicinal aerial parts of this plant, such as the stems, leaves, flowers, fruit and seeds. The further research on the aerial parts of *S. flavescens* is interest of the comprehensive development of plant resources.

**[Key words]** *Sophora flavescens*; chemical constituent; alkaloids; flavonoids; lignans; triterpenoid saponins

苦参 *Sophora flavescens* Ait. 为豆科槐属植物, 分布于中国大陆、俄罗斯、日本、印度和朝鲜等地, 生长于海拔 1 500 m 的地区, 多生在山坡、沙地草坡灌木林中及田野附近。在我国主产河北北部, 河南西

部, 山东西南部以及安徽、湖北、贵州等地<sup>[1]</sup>。其干燥根作为传统中药苦参入药, 始载于汉代《神农本草经》, 列为中品; 味苦, 性寒; 具有清热燥湿, 杀虫利尿的功效<sup>[2]</sup>, 对热痢、便血、尿闭、赤白带下、阴肿

**[收稿日期]** 20130606(012)

**[基金项目]** 国家“十二五”科技支撑计划(2011BA107B03); 国家药典委员会 2015 年版《中国药典》任务(TS-P022); 重大新药创制(2008ZX09202-009, 2009ZX09308-003)

**[第一作者]** 张翅, 硕士, Tel: 18810599947, E-mail: zhangchi1728@163.com

**[通讯作者]** \* 高慧敏, 副研究员, 从事中药化学与质量评价研究, Tel(Fax): 010-84014128, E-mail: huimin\_gao@126.com;

\* 王智民, 研究员, 从事中药化学与质量评价研究, Tel(Fax): 010-84014128, E-mail: zhmw123@263.net

阴痒、湿疹、湿疮有良好作用；外用皮肤瘙痒、滴虫性阴道炎也有很好的疗效<sup>[3]</sup>。现已开发出了多种单一成分、单味药及复方制剂，如：苦味健胃剂，复方苦参注射液等。随着苦参在医药、日用品和消毒剂以及生物农药领域应用的日益广泛，对中药苦参的需求量逐年增大，势必造成大量苦参地上部分资源的剩余和浪费。为了系统比较苦参根与地上部分的化学与生物活性的差异性，实现对苦参资源的综合利用与开发，作者对苦参中的化学成分研究概况进行了归纳和总结。

自 1889 年日本学者从日本产苦参中分离出苦参碱之后<sup>[4]</sup>，苦参中具有显著生物活性、结构具有多样性的化学成分引起了研究者的广泛关注。迄

今为止，从苦参中发现的化学成分主要包括生物碱、黄酮、木脂素、三萜皂苷、酚酸和少量的苯丙素类以及长链脂肪酸类，特别是生物碱类（41 个）和黄酮类（108 个）被认为是其主要的生物活性成分。

### 1 生物碱类

已从苦参中分离出生物碱 41 个<sup>[5-20]</sup>，按其骨架类型分为以下几种：苦参碱型 30 个（1~30），金雀花碱型 3 个（31~33），臭豆碱型 4 个（34~37），羽扇豆碱型 1 个（黄叶槐碱 38）<sup>[20]</sup>，双哌啶型 2 个（苦参胺碱<sup>[20]</sup> 39 和异苦参胺碱<sup>[14]</sup> 40）以及 1,4 二氮杂茛满型 1 个（41）<sup>[6]</sup>。各化合物信息见表 1，结构见图 1。

表 1 苦参中生物碱类化合物名称及结构式( $\bar{x} \pm s$ )

No.	名称	分子式	相对分子质量	文献
1	苦参碱(+) -matrine	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> N <sub>2</sub> O	248	[5]
2	(-)-14β-hydroxymatrine	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> N <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	264	[6]
3	氧化苦参碱(+) -oxymatrine	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> N <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	264	[5]
4	9α-羟基苦参碱(+) -9α-hydroxymatrine	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> N <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	264	[7]
5	槐定碱(-) -sophoridine	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> N <sub>2</sub> O	248	[8]
6	异槐定碱(+) -isosophoridine	C <sub>15</sub> H <sub>22</sub> N <sub>2</sub> O	246	[8]
7	异苦参碱(+) -isomatrine	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> N <sub>2</sub> O	248	[9]
8	别苦参碱(+) -allomatrine	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> N <sub>2</sub> O	248	[8]
9	顺式新苦参碱 cis-neomatrine	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> N <sub>2</sub> O	248	[9]
10	反式新苦参碱 trans-neomatrine	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> N <sub>2</sub> O	248	[10]
11	槐果碱(-) -sophocarpine	C <sub>15</sub> H <sub>22</sub> N <sub>2</sub> O	246	[11]
12	氧化槐果碱(+) -oxysophocarpine	C <sub>15</sub> H <sub>22</sub> N <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	262	[12]
13	9α-羟基槐果碱(-) -9α-hydroxysophocarpine	C <sub>15</sub> H <sub>22</sub> N <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	262	[7]
14	9α-羟基氧化槐果碱 9α-hydroxysophocarpine N-oxide	C <sub>15</sub> H <sub>22</sub> N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	278	[13]
15	12α-羟基槐果碱(+) -12α-hydroxysophocarpine	C <sub>15</sub> H <sub>22</sub> N <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	262	[7]
16	7,11-去氢苦参碱(+) -7,11-dehydromatrine	C <sub>15</sub> H <sub>22</sub> N <sub>2</sub> O	246	[14]
17	(-)-9α-hydroxy-7,11-dehydromatrine	C <sub>15</sub> H <sub>22</sub> N <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	262	[6]
18	(-)-leontalbinine N-oxide	C <sub>15</sub> H <sub>22</sub> N <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	262	[15]
19	槐胺碱(+) -sophoramine	C <sub>15</sub> H <sub>20</sub> N <sub>2</sub> O	244	[12]
20	(-)-12-ethylsophoramine	C <sub>17</sub> H <sub>24</sub> N <sub>2</sub> O	272	[11]
21	9α-羟基槐胺碱(-) -9α-hydroxysophoramine	C <sub>15</sub> H <sub>20</sub> N <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	260	[14]
22	莱曼碱(+) -lehmannine	C <sub>15</sub> H <sub>22</sub> N <sub>2</sub> O	246	[7]
23	7,8-二去氢槐胺碱(-) -7,8-dehydroxysophoramine	C <sub>15</sub> H <sub>18</sub> N <sub>2</sub> O	242	[12]
24	13,14-二去氢槐定碱 13,14-dehydroxysophoridine	C <sub>15</sub> H <sub>22</sub> N <sub>2</sub> O	246	[7]
25	5α-羟基槐果碱(-) -5α-hydroxysophocarpine	C <sub>15</sub> H <sub>22</sub> N <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	262	[16]
26	5α,9α-二羟基苦参碱(+) -5α,9α-hydroxymatrine	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	280	[14]
27	槐醇(槐花醇)(+) -Sophoranol	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> N <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	264	[5]

续表 1

No.	名称	分子式	相对分子质量	文献
28	氧化槐醇(+) -oxysophoranol	$C_{15}H_{24}N_2O_3$	280	[17]
29	tetrahydroneosophoramine	$C_{15}H_{24}N_2O$	248	[18]
30	异槐果碱 isosophocarpine	$C_{15}H_{22}N_2O$	246	[8]
31	金雀花碱(-) -cytisine	$C_{11}H_{14}N_2O$	190	[19]
32	N-甲基金雀花碱(-) -N-methylcytisine	$C_{12}H_{16}N_2O$	204	[20]
33	菱叶黄花碱(菱叶野决明碱)(-) -rhombifoline	$C_{15}H_{20}N_2O$	244	[14]
34	羽扇豆碱 lupanine	$C_{15}H_{24}N_2O$	248	[15]
35	5,6-去氢羽扇豆碱(-) -5,6-dehydrolupanine	$C_{15}H_{22}N_2O$	246	[15]
36	臭豆碱(-) -anagyrene	$C_{15}H_{20}N_2O$	244	[5]
37	胍酰叶碱(-) -baptifoline	$C_{15}H_{20}N_2O_2$	260	[5]
38	黄叶槐碱(+) -manmanine	$C_{15}H_{22}N_2O_2$	262	[20]
39	苦参胺碱(苦拉拉碱)(+) -kuraramine	$C_{12}H_{18}N_2O_2$	222	[20]
40	异苦参胺碱(异苦拉拉碱) isokuraramine	$C_{12}H_{18}N_2O_2$	222	[14]
41	flavascensine	$C_{12}H_{20}N_2O_1$	208	[6]

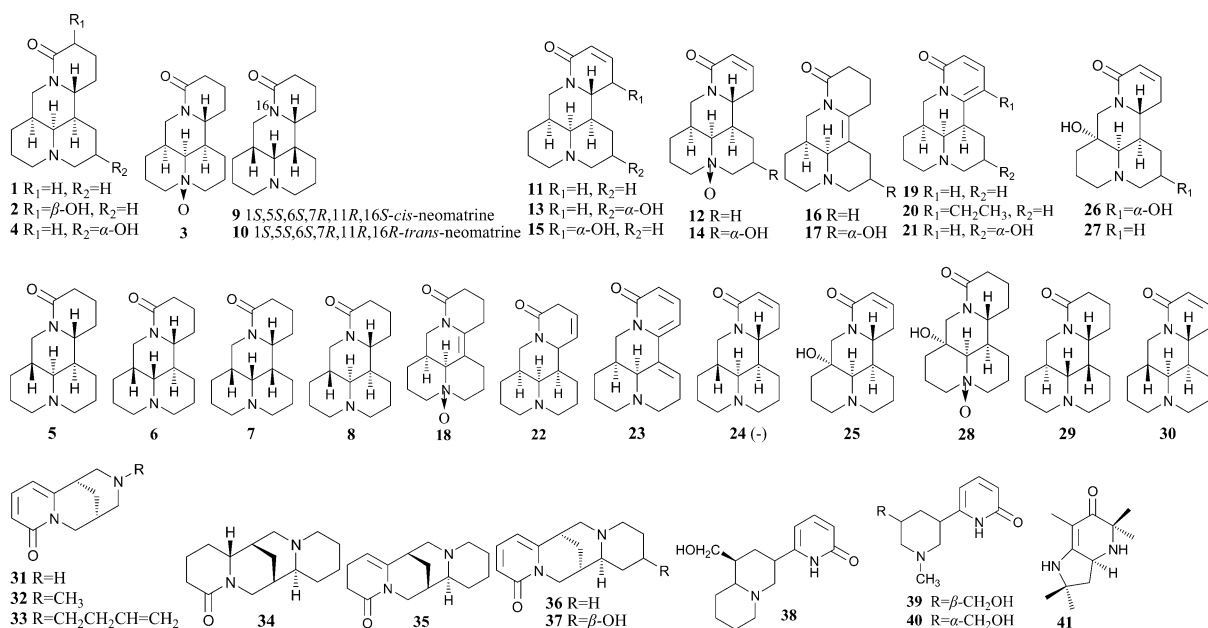


图 1 苦参中生物碱类化合物结构式

## 2 黄酮类

苦参中黄酮类化合物的研究始于 20 世纪 70 年代,迄今为止已取得了大量的研究成果,共分离得到了 108 个黄酮类化合物<sup>[21-45]</sup>。就苦参黄酮的结构特征而言,大部分化合物的 A 环上存在有异戊烯基侧链,涉及的骨架类型主要有:二氢黄酮类 31 个(1~31),黄酮醇类 12 个(32~43),二氢黄酮醇类 12 个(44~55),查耳酮类 5 个(56~61),异黄酮类 21 个

(62~82),二氢异黄酮类 3 个(83~85),高异黄酮类 2 个(86~87),紫檀素类 12 个(88~99),二聚黄酮类 2 个(100~101)和其他黄酮类化合物 7 个(102~108),其中异黄酮及其苷类中的大多数以及二聚黄酮 Sophflavone A 和 Sophflavone B,为苦参中分离出来的新化合物。各化合物的结构式见表 2,结构见图 2。

表 2 苦参中黄酮类化合物名称及结构式

No.	名称	分子式	相对分子质量	文献
1	kushenol A	$C_{25}H_{28}O_5$	408	[21]
2	kushenol B	$C_{30}H_{36}O_6$	492	[21]
3	kushenol E	$C_{25}H_{28}O_6$	424	[22]
4	kushenol F	$C_{25}H_{26}O_6$	422	[22]
5	kushenol P	$C_{26}H_{32}O_7$	456	[23]
6	kushenol Q	$C_{25}H_{30}O_7$	442	[23]
7	kushenol R	$C_{26}H_{30}O_5$	422	[23]
8	kushenol S	$C_{20}H_{20}O_5$	340	[23]
9	kushenol T	$C_{25}H_{30}O_6$	426	[23]
10	kushenol U	$C_{26}H_{30}O_5$	422	[23]
11	kushenol V	$C_{21}H_{22}O_7$	386	[23]
12	kushenol W	$C_{21}H_{22}O_7$	386	[23]
13	kurarinone	$C_{26}H_{30}O_6$	438	[24]
14	isokurarinone	$C_{26}H_{30}O_6$	438	[25]
15	2'-methoxykurarinone	$C_{27}H_{32}O_6$	452	[26]
16	kurarinol	$C_{26}H_{30}O_7$	454	[25]
17	norkurarinol	$C_{25}H_{28}O_7$	440	[25]
18	neokurarinol	$C_{27}H_{32}O_7$	468	[25]
19	isoxanthohumol	$C_{21}H_{22}O_5$	354	[27]
20	leachianone A	$C_{26}H_{30}O_6$	438	[26]
21	leachianone G	$C_{20}H_{20}O_6$	356	[23]
22	sophoraflavanone B	$C_{20}H_{20}O_5$	340	[28]
23	(-)-sophoraflavanone G	$C_{25}H_{28}O_6$	424	[29]
24	sophoraflavanone K	$C_{26}H_{30}O_7$	454	[30]
25	sophoraflavanone L	$C_{25}H_{28}O_6$	424	[30]
26	(+)-norkurarinone	$C_{25}H_{28}O_6$	424	[24]
27	naringenin	$C_{15}H_{12}O_5$	272	[31]
28	5-methoxy-7, 2', 4'-trihydroxy-8- prenyl-flavanone	$C_{20}H_{20}O_6$	356	[32]
29	naringenin-7-O-β-D-葡萄糖基-4'-O-β-D-葡萄糖苷	$C_{37}H_{40}O_{16}$	740	[33]
30	(2S)-7,4'-dihydroxy-5-methoxy-8-(γ,γ-dimethylallyl)-flavanone	$C_{21}H_{22}O_5$	354	[34]
31	4'-hydroxyisolonchocarpin	$C_{20}H_{18}O_5$	338	[35]
32	kushenol C	$C_{25}H_{26}O_7$	438	[21]
33	5-methylkushenol C	$C_{26}H_{28}O_7$	452	[31]
34	kushenol G	$C_{25}H_{28}O_8$	456	[22]
35	noranhydrocaritin	$C_{20}H_{18}O_6$	354	[27]
36	isoanhydrocaritin	$C_{21}H_{26}O_6$	374	[27]
37	sophoflavescenol	$C_{21}H_{20}O_6$	368	[36]
38	8-lavandulyl kaempferol	$C_{25}H_{26}O_6$	422	[30]

续表 2

No.	名称	分子式	相对分子质量	文献
39	8-prenyl kaempferol	$C_{20}H_{18}O_5$	338	[35]
40	5-去羟山奈素	$C_{16}H_{12}O_5$	284	[41]
41	槲皮素	$C_{15}H_{10}O_7$	302	[44]
42	芦丁	$C_{27}H_{30}O_{16}$	610	[44]
43	citrusinol	$C_{20}H_{16}O_6$	352	[35]
44	kushenol J	$C_{27}H_{32}O_{14}$	580	[37]
45	kushenol H	$C_{26}H_{32}O_8$	472	[22]
46	kushenol I	$C_{26}H_{30}O_7$	454	[22]
47	kushenol L	$C_{25}H_{28}O_7$	440	[37]
48	kushenol M	$C_{30}H_{36}O_7$	508	[37]
49	kushenol X	$C_{25}H_{28}O_7$	440	[23]
50	kosamol A	$C_{30}H_{38}O_8$	526	[38]
51	(2R,3R)-8-lavanduly-5,7,4'-三羟基-2'-甲氧基二氢黄酮醇	$C_{26}H_{30}O_7$	454	[45]
52	(2R,3R)-8-异戊烯基-7,2',4'-三羟基-5-甲氧基二氢黄酮醇	$C_{21}H_{22}O_7$	386	[45]
53	(2R,3R)-8-异戊烯基-7,4'-二羟基-5-甲氧基二氢黄酮醇	$C_{21}H_{22}O_6$	370	[45]
54	kushenol K	$C_{26}H_{32}O_8$	472	[37]
55	kushenol N	$C_{26}H_{30}O_7$	454	[39]
56	kuraridin	$C_{26}H_{30}O_6$	438	[24]
57	kushenol D	$C_{27}H_{32}O_6$	452	[21]
58	kuraridinol	$C_{26}H_{32}O_7$	456	[25]
59	xanthohumol	$C_{21}H_{22}O_5$	354	[27]
60	2',4-二羟基-4',6'-二甲氧基查尔酮	$C_{17}H_{16}O_5$	300	[40]
61	cyclokuraridin	$C_{26}H_{30}O_6$	438	[30]
62	formononetin	$C_{16}H_{12}O_4$	268	[25]
63	kushenol O	$C_{27}H_{30}O_{13}$	562	[39]
64	3'-hydroxy kushenol O	$C_{27}H_{30}O_{14}$	578	[42]
65	大豆素-7-O- $\beta$ -D-木糖-(1 $\rightarrow$ 6)- $\beta$ -D-吡喃葡萄糖苷	$C_{26}H_{28}O_{14}$	564	[33]
66	3'-羟基-4'-甲氧基-异黄酮-7-O- $\beta$ -D-芹糖-(1 $\rightarrow$ 6)- $\beta$ -D-吡喃葡萄糖苷	$C_{27}H_{30}O_{14}$	578	[33]
67	3'-甲氧基-4'-羟基-异黄酮-7-O- $\beta$ -D-木糖-(1 $\rightarrow$ 6)- $\beta$ -D-吡喃葡萄糖苷	$C_{27}H_{30}O_{14}$	578	[33]
68	4'-羟基-异黄酮-7-O- $\beta$ -D-芹糖-(1 $\rightarrow$ 6)- $\beta$ -D-吡喃葡萄糖苷	$C_{26}H_{28}O_{13}$	548	[33]
69	3'-甲氧基-4'-羟基-异黄酮-7-O- $\beta$ -D-芹糖-(1 $\rightarrow$ 6)- $\beta$ -D-吡喃葡萄糖苷	$C_{27}H_{30}O_{14}$	578	[33]
70	3',4'-二羟基-异黄酮-7-O- $\beta$ -D-吡喃葡萄糖苷	$C_{21}H_{20}O_9$	416	[33]
71	4'-羟基-5'-甲氧基-异黄酮-3'-O- $\beta$ -D-吡喃葡萄糖苷	$C_{22}H_{22}O_9$	430	[33]
72	4'-甲氧基-异黄酮-7-O- $\beta$ -D-芹糖-(1 $\rightarrow$ 6)- $\beta$ -D-吡喃葡萄糖苷	$C_{27}H_{30}O_{13}$	562	[33]
73	ononin	$C_{22}H_{22}O_8$	414	[33]
74	5,4'-二羟基-异黄酮-7-O- $\beta$ -D-芹糖-(1 $\rightarrow$ 6)- $\beta$ -D-吡喃葡萄糖苷	$C_{26}H_{28}O_{14}$	554	[33]
75	5,4'-二羟基-异黄酮-7-O- $\beta$ -D-木糖-(1 $\rightarrow$ 6)- $\beta$ -D-吡喃葡萄糖苷	$C_{26}H_{28}O_{14}$	554	[33]

续表 2

No.	名称	分子式	相对分子质量	文献
76	5-羟基-4'-甲氧基-异黄酮-7-O-β-D-木糖-(1→6)-β-D-吡喃葡萄糖苷	C <sub>27</sub> H <sub>30</sub> O <sub>14</sub>	578	[33]
77	5-羟基-4'-甲氧基-异黄酮-7-O-β-D-芹糖-(1→6)-β-D-吡喃葡萄糖苷	C <sub>27</sub> H <sub>30</sub> O <sub>14</sub>	578	[33]
78	大豆素	C <sub>15</sub> H <sub>10</sub> O <sub>4</sub>	254	[41]
79	7-甲氧基-4'-羟基异黄酮	C <sub>16</sub> H <sub>12</sub> O <sub>4</sub>	268	[43]
80	calycosin	C <sub>16</sub> H <sub>12</sub> O <sub>5</sub>	284	[41]
81	pseudobatigenin	C <sub>16</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub>	282	[35]
82	pseudobatigenin-7-O-β-D-木糖-(1→6)-β-D-吡喃葡萄糖苷	C <sub>27</sub> H <sub>28</sub> O <sub>14</sub>	576	[33]
83	7-羟基-4'-甲氧基-二氢黄酮-3'-O-β-D-吡喃葡萄糖苷	C <sub>22</sub> H <sub>24</sub> O <sub>10</sub>	448	[33]
84	2,3-二羟基-4'-甲氧基二氢黄酮-7-O-β-D-木糖-(1→6)-β-D-吡喃葡萄糖苷	C <sub>27</sub> H <sub>32</sub> O <sub>15</sub>	596	[33]
85	2,3-二羟基-4'-甲氧基二氢黄酮-7-O-β-D-芹糖-(1→6)-β-D-吡喃葡萄糖苷	C <sub>27</sub> H <sub>32</sub> O <sub>15</sub>	596	[33]
86	2,3,4'-三羟基-高异黄酮-7-O-β-D-吡喃葡萄糖苷	C <sub>22</sub> H <sub>24</sub> O <sub>11</sub>	454	[33]
87	2,3-二羟基-4'-甲氧基-高异黄酮-7-O-木糖苷	C <sub>22</sub> H <sub>22</sub> O <sub>10</sub>	436	[33]
88	<i>l</i> -maackiain	C <sub>16</sub> H <sub>12</sub> O <sub>5</sub>	284	[31]
89	pterocarpin	C <sub>17</sub> H <sub>14</sub> O <sub>5</sub>	298	[28]
90	trifolirhizin	C <sub>22</sub> H <sub>22</sub> O <sub>10</sub>	446	[31]
91	trifolirhizin-6'-monoacetate	C <sub>24</sub> H <sub>42</sub> O <sub>11</sub>	488	[44]
92	3-hydroxy-4-methoxy-8,9-methylenedioxypterocarpan	C <sub>17</sub> H <sub>14</sub> O <sub>6</sub>	314	[35]
93	高丽怀素-7-O-β-D-芹糖-(1→6)-β-D-吡喃葡萄糖苷	C <sub>27</sub> H <sub>32</sub> O <sub>14</sub>	578	[33]
94	kushenin	C <sub>16</sub> H <sub>14</sub> O <sub>5</sub>	286	[21]
95	美迪紫檀素-3-O-β-D-芹糖-(1→6)-β-D-吡喃葡萄糖苷	C <sub>27</sub> H <sub>32</sub> O <sub>13</sub>	564	[33]
96	kushecarpin A	C <sub>17</sub> H <sub>18</sub> O <sub>6</sub>	318	[23]
97	kushecarpin B	C <sub>18</sub> H <sub>18</sub> O <sub>7</sub>	346	[23]
98	kushecarpin C	C <sub>17</sub> H <sub>16</sub> O <sub>7</sub>	332	[23]
99	kushecarpin D	C <sub>16</sub> H <sub>14</sub> O <sub>6</sub>	302	[45]
100	sophoflavone A	C <sub>52</sub> H <sub>60</sub> O <sub>12</sub>	876	[45]
101	sophoflavone B	C <sub>52</sub> H <sub>60</sub> O <sub>12</sub>	876	[45]
102	5,7-dihydroxy-8-lavandulylchromone	C <sub>19</sub> H <sub>22</sub> O <sub>4</sub>	314	[35]
103	5,7-dihydroxy-8(r,r-dimethylallyl)chromone	C <sub>14</sub> H <sub>14</sub> O <sub>4</sub>	246	[35]
104	苜蓿内酯(medicagol)	C <sub>16</sub> H <sub>8</sub> O <sub>6</sub>	296	[35]
105	sophoradione	C <sub>25</sub> H <sub>28</sub> O <sub>7</sub>	440	[30]
106	2-羟基-6-[2-(4-羟苯基)-2-羰基]苯甲酸-3-O-β-D-芹糖-(1→6)-β-D-吡喃葡萄糖苷	C <sub>26</sub> H <sub>30</sub> O <sub>15</sub>	582	[33]
107	2-羟基-6-[2-(4-羟苯基)-2-羰基]苯甲酸-3-O-β-D-木糖-(1→6)-β-D-吡喃葡萄糖苷	C <sub>26</sub> H <sub>30</sub> O <sub>15</sub>	582	[33]
108	maesopsin-4-O-β-D-吡喃葡萄糖苷	C <sub>21</sub> H <sub>22</sub> O <sub>11</sub>	450	[33]

### 3 三萜及三萜皂苷类

苦参中三萜及三萜皂苷类成分报道较少,共分离出 8 个化合物,主要为齐墩果烷型和羽扇豆烷型,包括 sophoraflavoside I, II, III, IV, soyaaponin I<sup>[47-48]</sup> 5 个三萜皂苷(图 3)和 lupenone, monogynol

及 β-香树脂醇<sup>[45-46]</sup> 3 个三萜类化合物。

### 4 木脂素类

木脂素类化合物为最近报道的苦参中的化学成分类别,共分离出 4 个该类化合物(图 4),分别为 citrusin A, alaschanioside A, citrusin B<sup>[33]</sup> 和(3R,4S)-

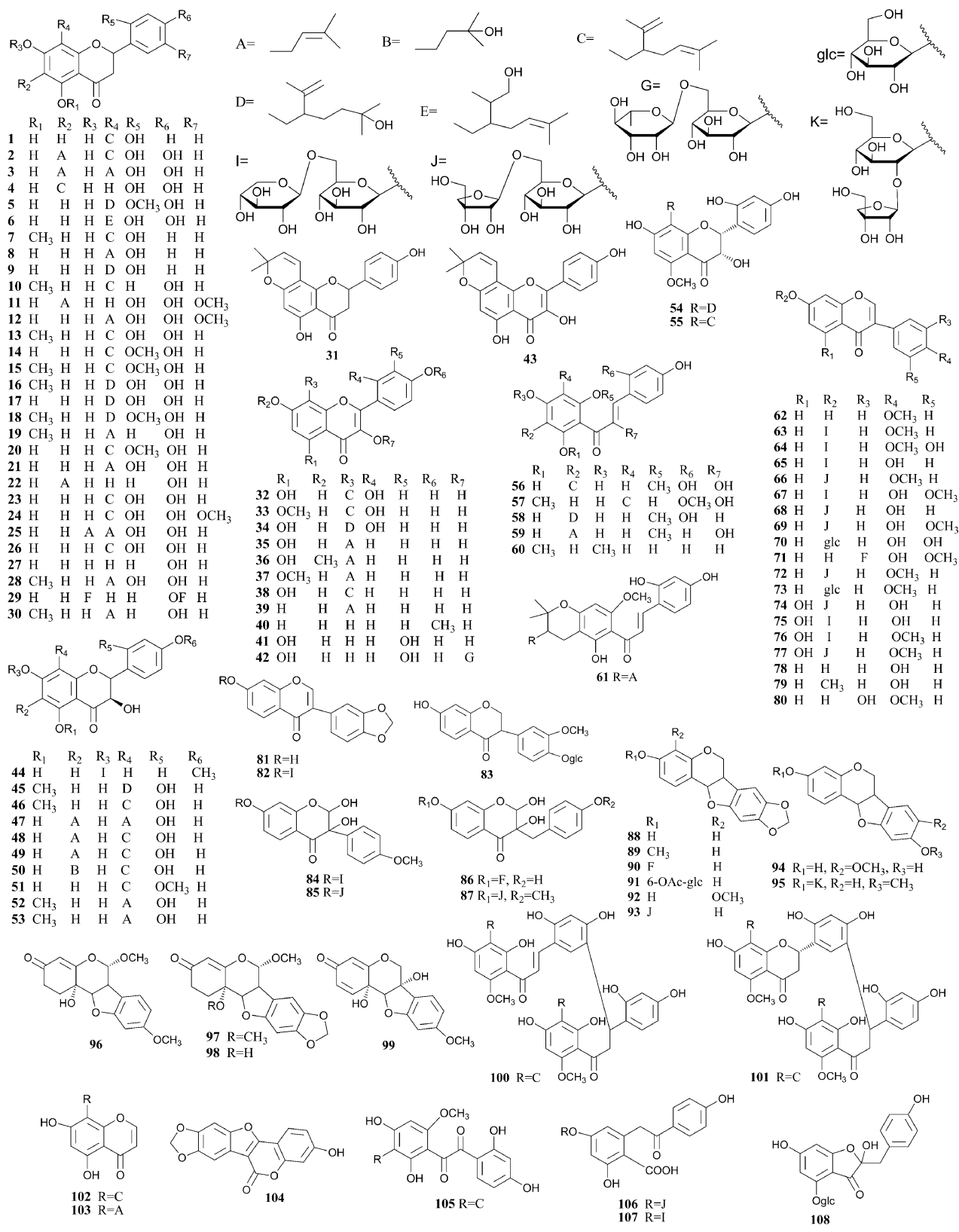


图2 苦参中黄酮类化合物结构式

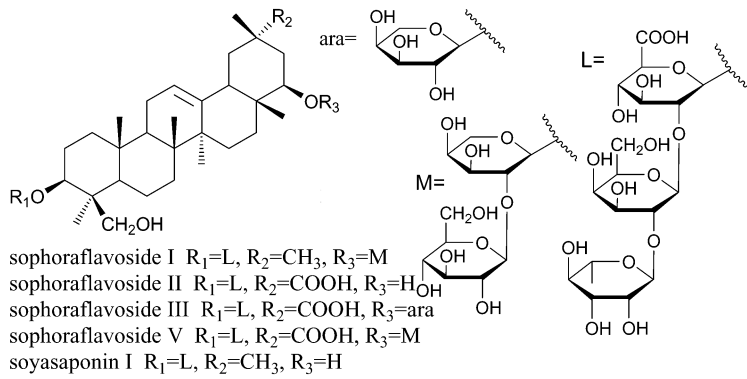


图3 三萜及三萜皂苷类化合物化学结构式

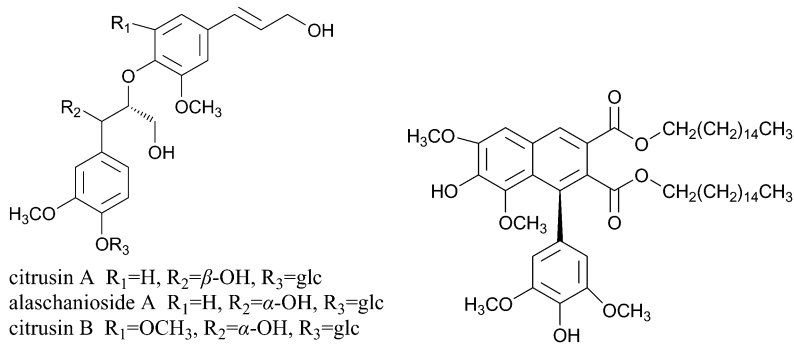


图4 木脂素类化合物化学结构式

6,4',-二羟基-5,7,3',5'-四甲氧基-3,4-二氢芳基萘二酸-(二)-十六烷酯<sup>[46]</sup>,其中(3R,4S)-6,4',-二羟基-5,7,3',5'-四甲氧基-3,4-二氢芳基萘二酸-(二)-十六烷酯为从该植物中分离出的新化合物。

### 5 其他类化合物

除上述4类成分之外,苦参还含有丰富的酚酸类化合物,目前已分到苯甲酸衍生物10个<sup>[33]</sup>,苯丙素类成分4个<sup>[46]</sup>,香豆素类成分2个(伞形花内酯<sup>[46]</sup>和7-甲氧基香豆素<sup>[44]</sup>)。

### 6 结语

苦参,作为一个具有确切疗效的传统中药,其化学研究较为系统,化合物类别较为丰富,主成分以生物碱类苦参碱、氧化苦参碱、槐果碱、氧化槐果碱和槐定碱以及黄酮类三叶豆紫檀苷为代表。早期的报道多集中于生物碱和游离的黄酮苷元,最近的研究多集中于极性相对较大的黄酮苷类,为全面解析苦参的药效物质奠定了充分的化学基础,也为从苦参中发现具有显著生物活性的化学实体提供了丰富的结构信息。

随着苦参在医药、日用品和消毒剂以及生物农药领域的应用拓展,对苦参资源的需求量逐年增加,

野生苦参资源面临枯竭。为此,建立苦参的规范化种植基地是理想出路之一;同时,对苦参非药用部位(地上部分)进行综合利用与开发,也为解决苦参资源问题提供了可行的研究方向。

### [参考文献]

- [1] 中国科学院《中国植物志》编辑委员会. 中国植物志. 第40卷[S]. 北京:北京科学出版社,1994: 81.
- [2] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典. 一部[S]. 北京:中国医药科技出版社,2010: 187.
- [3] 苗抗立,张建中,董颖,等. 苦参化学成分及药理的研究进展[J]. 天然产物研究与开发, 2000,13(2): 69.
- [4] Nagai N. *Sophora angustibolia* [J]. Yakugaku Zasshi, 1889,84:54.
- [5] Bohlmann F, Rahtz D, Arndt C. Lupinenalkaloide, XI. Die Alkaloide aus *Sophora Flavescens* [J]. Chem Ber, 1958, 91, 2189.
- [6] Liu X J, Cao M A, Li W H, et al. Alkaloids from *Sophora flavescens* Aitton [J]. Fitoterapia, 2010, 81:524.
- [7] Lan D P, Liao Z X, Huang H, et al. (+)-12-Hydrophocarpine, a new quinolizidine alkaloid and related anti-HBV alkaloids from *Sophora flavescens* [J].

- Bioorg Med Chem Lett, 2006, 16(5): 1231.
- [ 8 ] Morinaga K, Ueno A, Fukushima S, et al. Studies on the Lupin Alkaloids VIII. A new stereoisomer of sophocarpine [ J ]. Chem Pharm Bull, 1978, 26(8): 2483.
- [ 9 ] Ueno A, Morinaga K, Fukushima S, et al. Studies on the Lupin Alkaloids VI. Isolation and structure of ( + )-Isomatrine [ J ]. Chem Pharm Bull, 1975, 23(11): 2560.
- [10] 张尊听,杨伯伦,刘谦光,等. 秦岭苦参中苦参碱立体异构体晶体结构研究 [ J ]. 化学学报, 2003, 61(7): 1058.
- [11] Shigenobu O, Isamu M, Hiromitsu K, et al. Studies on the Lupine alkaloids. I. The minor alkaloids of Japanese *Sophora flavescens* [ J ]. Chem Pharm Bull, 1965, 13(4): 482.
- [12] Ueno A, Morinaga K, Fukushima S, et al. Studies on the lupin alkaloids VII. isolation and structure of ( - )- $\Delta^7$ -dehydrosophoramine [ J ]. Chem Pharm Bull, 1978, 26(6): 1832.
- [13] 王秀坤,李家实,阎玉凝. 槐属羽扇豆类生物碱及其药理作用研究概况 [ M ]. 国外医药: 植物分册, 1996, 11(1): 9.
- [14] Murakoshi L, kidoguchi E, Hagniwa J, et al. Isokuraramine and ( - )-7, 11-Dehydromatrine Lupin Alkaloids from flowers of *Sophora flavescens* [ J ]. Phytochemistry, 1982, 21(9): 2379.
- [15] Sekine T, Saito K, Minami R., et al. A new lupin alkaloid, ( - )-leontalbinine *N*-oxide, in *Sophora flavescens* var. *angustifolia* seeds and its synthesis by biomimetic transformation from ( + )-matrine *N*-oxide [ J ]. Yakugaku Zasshi, 1993, 113(1): 53.
- [16] Kazuki S, Norikine A, Toshikazu S, et al. ( - )-5 $\alpha$ -Hydroxysophocarpine, a new lupine alkaloid from the seeds of *Sophora flavescens* var. *angustifolia* [ J ]. Planta Medica, 1990, 56(5): 487.
- [17] 赵玉英, 宠青云, 刘京渤, 等. 苦参生物碱的研究 [ J ]. 天然产物研究与开发, 1994, 6(1): 10.
- [18] Ibragimov B T, Talipov S A, Tishchenko G N, et al. Molecular and crystal structure of tetrahydrosophoramine [ J ]. Chem Nat Comp, 1981, 17(6): 546.
- [19] Wang H Y, Lu Y C, Chen J, et al. Subcritical water extraction of alkaloids in *Sophora flavescens* Ait. and determination by capillary electrophoresis with field-amplified sample stacking [ J ]. J Pharm Biomed Anal, 2011, 58: 146.
- [20] Murakoshi L, kidoguchi E, Hagniwa J, et al. ( + )-kuraramine a possible metabolite of ( - )-*N*-methylcytisine in flowers of *Sophora flavescens* [ J ]. Phytochemistry, 1981, 20(6): 1407.
- [21] Wu L J, Miyase T, Ueno A, et al. Studies on the constituents of *Sophora flavescens* Aiton. II [ J ]. Chem Pharm Bull, 1985, 33(8): 3231-3236.
- [22] Wu L J, Miyase T, Ueno A, et al. Studies on the constituents of *Sophora flavescens* Ait. III [ J ]. Yakugaku Zasshi, 1985, 105(8): 736.
- [23] Kuroyanagi M, Arakawa T, Hirayama Y, et al. Antibacterial and antiandrogen flavonoids from *Sophora flavescens* [ J ]. J Nat prod, 1999, 62(12): 1595.
- [24] Hatayama K, Komatsu M. Studies on the constituents of *Sophora* species. V. constituents of the root of *Sophora angustifolia* Siebet Zucc. (2) [ J ]. Chem Pharm Bull, 1971, 19(10): 2126.
- [25] Kyogoku K, Hatayama K, Komatsu M. Constituents of a Chinese crude drug Kushen ( the root of *Sophora flavescens* ). Isolation of five new flavonoids and formononetin [ J ]. Chem Pharm Bull, 1973, 21(12): 2733.
- [26] Kang T H, Seong S J, Ko W Q, et al. Cytotoxic lanvanolyl flavanones from *Sophora flavescens* [ J ]. J Nat Prod, 2000, 63(5): 680.
- [27] Komatsu M, Tomimori T, Hatayama K, et al. Studies on the constituents of *sophora* species. IV. Constituents of the root of *Sophora angustifolia* siebet zucc. (1) [ J ]. Yakugaku Zasshi, 1970, 90(4): 463.
- [28] 赵玉英, 王邠, 雷黎明, 等. 苦参黄酮类成分的研究 [ J ]. 植物学报, 1993, 35(4): 304.
- [29] 王夕红, 韩桂秋. 苦参中黄酮类化合物成分研究 [ J ]. 天然产物研究与开发, 1996, 8(4): 7.
- [30] Shen C C, Lin T W, Huang Y L, et al. Phenolic Constituents of the Roots of *Sophora flavescens* [ J ]. J Nat Prod, 2006, 69(8): 1237.
- [31] Yagi A, Fukunaga M, Okuzako N, et al. Antifungal substances from *Sophora flavescens* [ J ]. Shoyakugaku Zasshi, 1989, 43(4): 343.
- [32] 李薇, 梁鸿, 尹婷, 等. 中药苦参主要黄酮类成分的研究 [ J ]. 药学学报, 2008, 43(8): 833.
- [33] 申毅, 张培成. 中药苦参的化学成分及药理活性研究 [ C ]. 杭州: 第十一届全国青年药学工作者最新科研成果交流会, 2012.
- [34] Kang S S, Kim J S, Son K H, et al. A new prenylated flavanone from the roots of *Sophora flavescens* [ J ]. Fitoterapia, 2000, 71: 511.
- [35] 林定威. 苦参根部化学成分分析 [ D ]. 台湾: 中原大学, 2006.

- [36] Shin H J, Kim H J, Kwak J H, et al. A prenylated flavonol, sophoflavescenol: a potent and selective inhibitor of cGMP phosphodiesterase 5[J]. *Bioorg Med Chem Lett*, 2002, 12(17): 2313.
- [37] Wu L J, Miyase T, Ueno A, et al. Studies on the constituents of *Sophora flavescens* Aiton. IV [J]. *Yakugaku Zasshi*, 1985, 105(11): 1034.
- [38] Ryu S Y, Kim S K, No Z, et al. A novel flavonoid from *Sophora flavescens* [J]. *Planta Medica*, 1996, 62(4): 361.
- [39] Wu L J, Miyase T, Ueno A, et al. Studies on the constituents of *Sophora flavescens* Aiton. V [J]. *Yakugaku Zasshi*, 1986, 106(1): 22.
- [40] 刘斌,石任兵. 苦参汤乙醇提取物中黄酮部位的化学成分[J]. *北京中医药大学学报*, 2007, 30(4): 263.
- [41] 丁佩兰,陈道峰. 苦参酚性成分的研究[J]. *亚太传统医药*, 2005, 3: 79.
- [42] Shih H Z. Isoflavone and isoflavone glycosides antidiabetics; Japan, 11-116487[P]. 1999.
- [43] 陈磊,刘怡,梁生旺. 苦参化学成分研究[J]. *广东药学院学报*, 2011, 27(05): 471.
- [44] 李丹,左海军,高慧援,等. 苦参的化学成分[J]. *沈阳药科大学学报*, 2004, 21(5): 346.
- [45] 曹美爱. 苦参化学成分及生物活性研究[D]. 兰州: 兰州大学, 2007.
- [46] 赵月珍. 苦参化学成分及质量控制研究[D]. 长沙: 中南大学, 2008.
- [47] Masayuki U, Wang H K, Haroshi K, et al. Saponin and Sapogenol. XL. Structure of *Sophora flavoside* I, a Bisdesmoside of Soyasapogenol B, from *Sophorae Radix*, the Root of *Sophora flavescens* Aiton [J]. *Chem Pharm Bull*, 1985, 33(10): 4267.
- [48] Ding Y, Tian R H, Kinjo J, et al. Three new oleanone glycosides from *Sophora flavescens* [J]. *Chem Pharm Bull*, 1992, 40(11): 2990.

[责任编辑 邹晓翠]

## 《中国当代医药》杂志 欢迎投稿 欢迎订阅

《中国当代医药》杂志是国家卫生和计划生育委员会主管,中国保健协会、当代创新(北京)-医药科学研究院主办的医药卫生专业期刊,本刊已被万方数据数字化期刊群、中国核心期刊(遴选)数据库、中国知网、中国学术期刊网络出版总库、中文科技期刊数据库全文收录,系中国学术期刊综合评价数据库统计源期刊。现为旬刊,国内刊号:CN11-5786/R,国际刊号:ISSN 1674-4721,邮发代号:2-515,定价:每期20元,通过本刊发行部订阅全年36期杂志优惠价为540元。

主要栏目:研究进展、论著、短篇论著、临床研究、药理与毒理、药品鉴定、药物与临床、麻醉与镇痛、医学检验、影像与介入、中医中药、护理研究、工作探讨、医护论坛等50多个栏目。根据全国继续医学教育委员会的《继续医学教育学分授予与管理办法》学分授予标准,在本刊发表的论文可获得国家级继续教育学分。本刊出版周期短,来稿无论录用与否均在短期内告知作者。对省、部级以上部门立项的科研论文以及本刊订户的论文予以优先刊登。本刊订户凭订阅单复印件投稿,同等条件优先录用。欢迎各医药单位、院校、厂家刊登广告。

社址:北京市朝阳区通惠家园惠润园(壹线国际)5-3-602 邮编:100025

投稿热线:010-59679076 59679077 发行热线:010-59679533 传真:010-59679056

投稿邮箱:ddy@vip.163.com 网址:www.dangdaiyiyao.com(网站改版中)