



# 决明属植物化学成分与药理作用研究进展\*

孙建慧<sup>1,2</sup>, 黄圆圆<sup>1,3</sup>, 郭兰萍<sup>1</sup>, 康利平<sup>1Δ</sup>

1 中国中医科学院中药资源中心, 北京 100700;

2 兰州理工大学生命科学与工程学院; 3 安徽中医药大学药学院

**摘要** 为决明属植物的研究和深层次开发利用提供参考依据, 现对决明属植物化学成分和药理作用进行系统综述, 指出决明属植物中含有常用中药材决明子、番泻叶、腊肠树等, 其化学成分包括醌类、萘并吡喃酮类、黄酮类、苯丙素类、生物碱类等, 具有降血脂、降压、清肝明目等作用。

**关键词** 决明属; 化学成分; 萘并吡喃酮; 药理活性; 综述

[中图分类号] R284 [文献标识码] A [文章编号] 1004-6852(2020)09-0145-15

## Research Progress of Chemical Ingredients and Pharmacological Activity of Plants from Cassia

SUN Jianhui<sup>1, 2</sup>, HUANG Yuanyuan<sup>1, 3</sup>, GUO Lanping<sup>1</sup>, KANG Liping<sup>1Δ</sup>

1 National Resource Center for Chinese Materia Medica,

China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing 100700, China;

2 School of Life Science and Engineering, Lanzhou University of Technology;

3 College of Pharmacy, Anhui University of Chinese Medicine

**Abstract** It could provide reference basis for the study on plants from cassia, deep development and utilization by systematically reviewing chemical ingredients and pharmacological activity of the plants from cassia, the plants from cassia include common Chinese medicinal materials *Juemingzi* (*Cassiae Semen*), *Fanxieye* (*Sennae Folium*), *Lachangshu* (*Cassia fistula* Linn.) and others, its chemical ingredients contain quinones, naphthopyrone, flavonoids, phenylpropanoids, alkaloids and others, it could reduce blood lipid and blood pressure, clear liver and the eyes.

**Keywords** genus Cassia; chemical ingredients; naphthopyrone; pharmacological activity; review

决明属植物约有 600 多种, 其中我国原产的有 10 多种, 均供药用, 如决明子 (*C. semen*)、番泻叶 (*C. acutifolia*)、腊肠树 (*C. fistula*) 和望江南 (*C. occidentalis*) 等。其中决明子为决明属中最常用中药材, 以决明 (*C. obtusifolia* L.) 和小决明 (*C. tora* L.) 干燥成熟的种子入药, 其性微寒, 味苦、甘、咸, 入肝、肾、大肠经<sup>[1]</sup>。始载于《神农本草经》并称其“能治诸眼疾, 久眼益精光, 轻身。”决明子具有降压、保肝、调脂和改善肾功能等作用, 不仅是治疗眼部疾病、心脑血管疾病、高脂血症、便秘、肥胖症的代表性药物, 还是我国卫生部公布的第一批药食同源的中药材之一。本文综述了决明属植物中的各类化学成分及其现代药理作用的研究进展, 为该属药材的进一步研究及开发利用奠定基础。

### 1 化学成分

293 个决明属植物中分离得到的化合物, 主要类型有醌类、萘并吡喃酮类、黄酮类、萜类、甾体类、生物碱类、苯丙素类等。

1.1 醌类 决明属植物中的醌类化合物绝大部分为蒽醌及其衍生物, 其中单蒽核蒽醌及其苷类有 85 个(1-85)<sup>[1-17]</sup>(表 1、图 1); 蒽酚及蒽酮衍生物 13 个(86-98), 分别是从 *C. kleinill* 中分离得到的 *kleinioxanthrones-1,2,3,4* (86-89)<sup>[6]</sup>; 从 *C. torosa* 分离得到的 *emodin anthrone* (大黄素-9-蒽酮, 90) 及 *大黄素甲醚-9-蒽酮* (91)<sup>[6]</sup>; 从 *C. obtusifolia* 分离得到的 *chrysophanol-anthrone* (92)、*chrysarobin* (柯桠素, 93)<sup>[9]</sup>; 从 *C. torosa* 中分离得到的 *germichryson* (94)、*torosachryson* (决明蒽酮, 95)、*germitorosone* (96)、*methylgermitorosone* (甲基计米决明蒽酮, 97)<sup>[6]</sup> 和从 *C. obtusifolia* 中分离得到 *4-acetyl-3,4-dihydro-3,8-dimethyl-3-hydroxy-6-methoxyanthracen-1(2H)-one* (98)<sup>[6]</sup> (图 2); 双蒽核蒽醌 13 个(99-111), 分别为 *physcion-9-anthrone* (99)、*torosaol-III* (100)、*Chryso-phanol-10-10'-bianthrone* (大黄酚-10-10'-联蒽酮, 101)<sup>[6]</sup>、*1,1'-dihydroxy-3,*

3'-dimethyl-8,8'-dimethoxy-6,6'-O-bianthraquinone (102)<sup>[11]</sup>、floribundones-1,2 (103-104)、torososide A (105)、1,1'-bis-(4,5-dihydroxy-2-methylanthraquinone) (106)、4,4'-bis-(1,3-dihydroxy-2-methyl-6,8-dimethoxy anthraquinone) (107)、4,4'-bis-(1,3,8-trihydroxy-2-methyl-6-methylanthraquinone) (108)、1,1',3,8,8'-pentahydroxy-3',6-dimethyl (2,2'-bianthracene)-9,9',10,10'-tetrone (109)、7-chloro-1,

1',6,8,8'-pentahydroxy-3,3'-dimethyl (2,2'-bianthracene)-9,9',10,10'-tetrone (110)、bianthraquinone cassiamin (111)<sup>[8]</sup> (图 3), 依次从 *C.torosa*、*C.petersiana*、*C.obtusifolia* 等植物中分离得到。此外还从 *C.obtusifolia* 中分离得到 2,3-二甲氧基苯醌 (112)、2,5-二甲氧基苯醌 (113) 和 2-乙酰基-3-甲基-8-甲氧基-1,4-萘醌-6-O-β-D-吡喃葡萄糖苷 (114)<sup>[6]</sup> (图 4)。

表 1 决明属植物中蒽醌类化合物

编号	化合物名称	来源	文献
1	Emodin(大黄素)	<i>C.obtusifolia</i>	[2-4]
2	Chrysophanol(大黄酚)	<i>C. obtusifolia</i>	[2-3]
3	Physcion(大黄素甲醚)	<i>C. obtusifolia</i>	[2-4]
4	Rhein(大黄酸)	<i>C. obtusifolia</i>	[2]
5	aloe emodin(芦荟大黄素)	<i>C. obtusifolia</i>	[2-5]
6	1-desmethylaurantio-obtusin(1-去甲基橙钝叶决明素)	<i>C. obtusifolia</i>	[6-7]
7	1-desmethylobtusin(1-去甲基钝叶决明素)	<i>C. obtusifolia</i>	[6-7]
8	Roxburghinol(1,3,8-三羟基-2-甲基蒽醌)	<i>C.roxburghii</i>	[6]
9	1,2,8-三羟基-6,7-二甲氧基蒽醌	<i>C. obtusifolia</i>	[6]
10	7-甲基大黄素甲醚	<i>C. obtusifolia</i>	[6]
11	3-formyl-1,2,8-trihydroxy-anthraquinone	<i>C.obtuse</i>	[6]
12	Isochrysophanol(1,8-二羟基-2-甲基-9,10-蒽醌)	<i>C.alata</i>	[6]
13	Alaternin(意大利鼠李蒽醌)	<i>C.tora</i>	[6-7]
14	1,6,8-trihydroxy-3-carboxylantraquinone	<i>C.fistula</i>	[6]
15	Citreorosein(6-羟基芦荟大黄素)	<i>C.sophera</i>	[6]
16	rhein methyl ester	<i>C.sophera</i>	[6]
17	1,8-二羟基-3,6-二甲氧基-2-甲基-7-乙基蒽醌	<i>C.tora</i>	[6]
18	sopheranin	<i>C.sophera</i>	[6]
19	Obtusin(钝叶决明素)	<i>C.obtusifolia</i>	[3,5,7]
20	1-desmethylchryso-obtusin(1-去甲甲基钝叶决明素)	<i>C.obtusifolia</i>	[5]
21	Questin(奎司丁)	<i>C.obtusifolia</i>	[8]
22	aurantio-obtusin(橙黄决明素或橙钝叶决明素)	<i>C.obtusifolia</i>	[2]
23	8-methoxylchrysophanol(8-甲氧基大黄酚)	<i>C.obtusifolia</i>	[2,3,6]
24	1,3,4-三羟基-6,7,8-三甲氧基-2-甲基蒽醌	<i>C.alata</i>	[6]
25	1-羟基-8-甲氧基-3-甲基蒽醌	<i>C.tora</i>	[6]
26	1,2,7-三羟基-6,8-二甲氧基-3-甲基蒽醌	<i>C.tora</i>	[6]
27	1,2,6-三羟基-7,8-二甲氧基-3-甲基蒽醌	<i>C.tora</i>	[6]
28	1-O-甲基大黄酚	<i>C.obtusifolia</i>	[6]
29	Obtusifolin(美决明子素或钝叶素)	<i>C.obtusifolia</i>	[2,4,7]
30	2-hydroxyemodin-1-methylether	<i>C.obtusifolia</i>	[6-7]
31	1-O-methyl-2-methoxychrysophanol	<i>C.obtusifolia</i>	[6]
32	chryso-obtusin(黄决明素或甲基钝叶决明素)	<i>C.obtusifolia</i>	[4-5]
33	2-hydroxy-1,6,7,8-tetramethoxy-3-methyl-anthraquinone	<i>C.obtusifolia</i>	[9]
34	黄决明素-2-O-β-D-葡萄糖苷	<i>C.tora</i>	[9]
35	1-hydroxy-7-methoxy-3-methyl-anthraquinon	<i>C.obtusifolia</i>	[10]
36	1,5-Dihydroxy-3-metboxy-7-methyl-anthraquinone	<i>C.obtusifolia</i>	[6]
37	1-hydroxy-3,7-diformylantraquinone	<i>C.obtusifolia</i>	[8]
38	1,3-Dihydroxy-6-metboxy-7-methyl-anthraquinone	<i>C.obtusifolia</i>	[8]
39	1,5-二羟基-3-甲基蒽醌	<i>C.alata</i>	[6]
40	ziganein	<i>C.sophera</i>	[6]

续表 1

编号	化合物名称	来源	文献
41	1,4,5- 三羟基蒽醌	<i>C.tora</i>	[6]
42	1- 羟基 -5- 甲氧基 -2- 甲基蒽醌	<i>C.tora</i>	[9]
43	1,2-Dihydroxy-3-methylanthraquinone	<i>C.obtusifolia</i>	[6]
44	Chrysophanol-1-0- $\beta$ -D-glucopy (大黄酚 -1-0- 葡萄糖苷)	<i>C.obtusifolia</i>	[6]
45	Chryso-obtusin glucoside (金决明醌苷)	<i>C.obtusifolia</i>	[10]
46	5- 甲氧基 -2- 甲基蒽醌 -1-0- $\alpha$ -L- 鼠李糖苷	<i>C.tora</i>	[6]
47	1-demethylaurantio-obtusin-2-0- $\beta$ -D-glucopyranoside	<i>C.obtusifolia</i>	[4, 8]
48	aurantio-obtusin-6-0- $\beta$ -D-glucopyranoside	<i>C.obtusifolia</i>	[4, 11]
49	chrysophanol-1-0- $\beta$ -gentiobioside	<i>C.obtusifolia</i>	[12-13]
50	Physcion-8-0- $\beta$ -D-gentiobioside	<i>C.obtusifolia</i>	[12-13]
51	1,8- 二羟基 -2- 甲基蒽醌 -3- 新橙皮糖苷	<i>C.grandis</i>	[6]
52	1,2,4,8- 四羟基 -6- 甲氧基 -3- 甲基蒽醌 -2-0- $\beta$ -D- 吡喃葡萄糖苷	<i>C.laevigata</i>	[6]
53	3- 羟基 -6,8- 二甲氧基 -2- 甲基蒽醌 -3-0- $\beta$ -D- 吡喃葡萄糖苷	<i>C.laevigata</i>	[6]
54	1,3- 二羟基 -6,7,8- 三甲氧基 -2- 甲基蒽醌 -3-0- $\beta$ -D- 吡喃葡萄糖苷	<i>C.laevigata</i>	[6]
55	Physcion 8-0- $\beta$ -D-glucoside	<i>C.obtusifolia</i>	[13, 7]
56	1,3,5,8- 四羟基 -2- 甲基蒽醌 -3-0- 葡萄糖苷	<i>C.marginata</i>	[6]
57	1,3-dihydroxy-6-8-dimethoxy-2-methylanthraquinone-3-0-rhamnosyl-(1 $\rightarrow$ 6)-glucopyranoside	<i>C.marginata</i>	[6]
58	obtusifoline-2-0- $\beta$ -D-2,6-di-0-acetylglucopyranoside	<i>C.obtusifolia</i>	[14]
59	obtusifoline-2-0- $\beta$ -D-3,6-di-0-acetylglucopyranoside	<i>C.obtusifolia</i>	[14]
60	obtusifoline-2-0- $\beta$ -D-4,6-di-0-acetylglucopyranoside	<i>C.obtusifolia</i>	[14]
61	chrysophanol triglucoside	<i>C.tora</i>	[6]
62	1,5,6- 三羟基 -3- 甲基蒽醌 -8-0- 葡萄糖苷	<i>C.reingera</i>	[6]
63	chrysophanol-1-0- $\beta$ -D-glucopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 3)- $\beta$ -D-glucopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 6)- $\beta$ -D-glucopyranoside-(1 $\rightarrow$ 6)- $\beta$ -D-glucopyranoside	<i>C.obtusifolia</i>	[15]
64	1,3- 二羟基 -5,7,8- 三甲基 -2- 甲氧基蒽醌	<i>C.tora</i>	[6]
65	chryso-obtusin-2-0- $\beta$ -D-glucopyranoside	<i>C.obtusifolia</i>	[6]
66	2- 甲氧基大黄酚 -8-0- $\beta$ -D- 吡喃葡萄糖苷	<i>C.obtusifolia</i>	[8]
67	4,6,7- 三甲氧基芦荟大黄素 -8-0- $\beta$ -D- 吡喃葡萄糖苷	<i>C.obtusifolia</i>	[8]
68	大黄素 -6-0- $\beta$ - 龙胆二糖苷	<i>C.obtusifolia</i>	[4, 13]
69	Alaternin-2-0- $\beta$ -D-glucopyranosyl	<i>C.tora</i>	[15]
70	Alaternin-1-0- $\beta$ -D-glucopyranosyl	<i>C.obtusifolia</i>	[15]
71	Emodin-1-0- $\beta$ -gentiobioside	<i>C.obtusifolia</i>	[8]
72	1-[( $\beta$ -D-glucopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 3)-0- $\beta$ -D-glucopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 6)-0- $\beta$ -D-glucopyranosyl)oxy]-8-hydroxy-3-methyl-9,10-anthraquinone	<i>C.tora</i>	[10]
73	1-[( $\beta$ -D-glucopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 6)-0- $\beta$ -D-glucopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 3)-0- $\beta$ -D-glucopyranosyl)oxy]-8-hydroxy-3-methyl-9,10-anthraquinone	<i>C.tora</i>	[8]
74	1,6,7-Trihydroxy-3-methoxy-anthraquinone	<i>C.obtusifolia</i>	[6]
75	1-hydroxy-2-hydroxymethyl-3-methoxyanthraquinone	<i>C.obtusifolia</i>	[16]
76	2, 5-dihydroxy-1-methoxyanthraquinone	<i>C.obtusifolia</i>	[16]
77	2-0- $\beta$ -D-glucoside-8-hydroxy-1,6,7-trimethoxy-3-methylanthraquinone	<i>C.obtusifolia</i>	[16]
78	obtusifoline-2-0- $\beta$ -D-6-0-acetylglucopyranoside	<i>C.obtusifolia</i>	[4, 10]
79	2-0- $\beta$ -D-glucopyranosyloxy-1,7,8-trimethoxy-3-methylanthraquinone	<i>C.obtusifolia</i>	[8]
80	2-0- $\beta$ -D-glucopyranosyloxy-8-hydroxy-1,7-dimethoxy-3-methylanthraquinone	<i>C.obtusifolia</i>	[8]
81	6,8-dihydroxy-1,2,7-trimethoxy-3-methylanthraquinone	<i>C.obtusifolia</i>	[8]
82	6-0- $\beta$ -D-glucopyranosyloxy-8-hydroxy-1,2,7-trimethoxy-3-methylanthraquinone	<i>C.obtusifolia</i>	[8]
83	6-0- $\beta$ -D-glucopyranosyloxy-1-hydroxy-2,8-dimethoxy-3-methylanthraquinone	<i>C.obtusifolia</i>	[8]
84	1,2-dihydroxyanthraquinone	<i>C.obtusifolia</i>	[6-7]
85	8-hydroxy-1,7-dimethoxy-3-methylanthracene-9,10-dione-2-0- $\beta$ -D-glucoside	<i>C.obtusifolia</i>	[17]

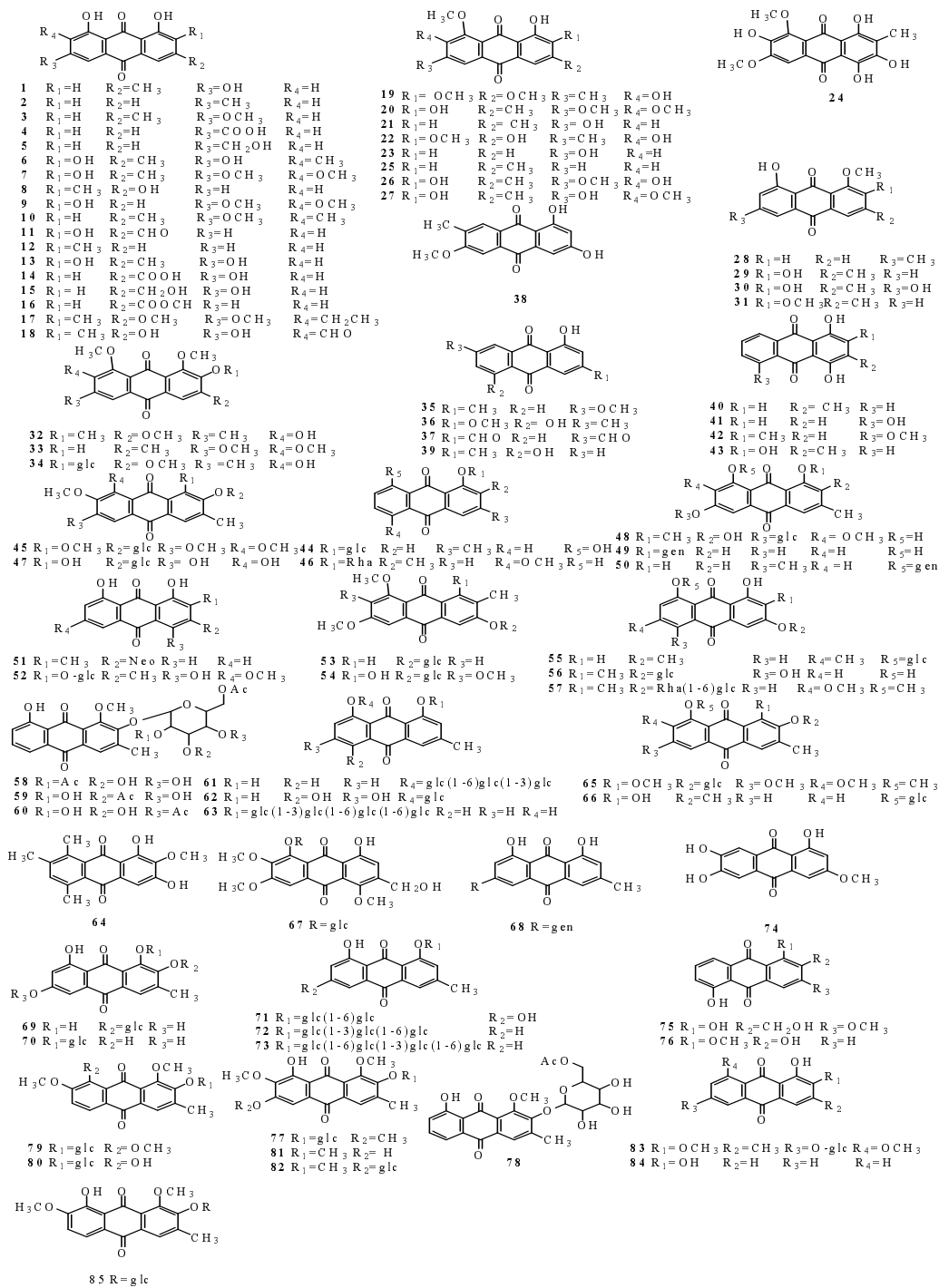


图 1 决明属植物中单核黄酮类化合物的结构

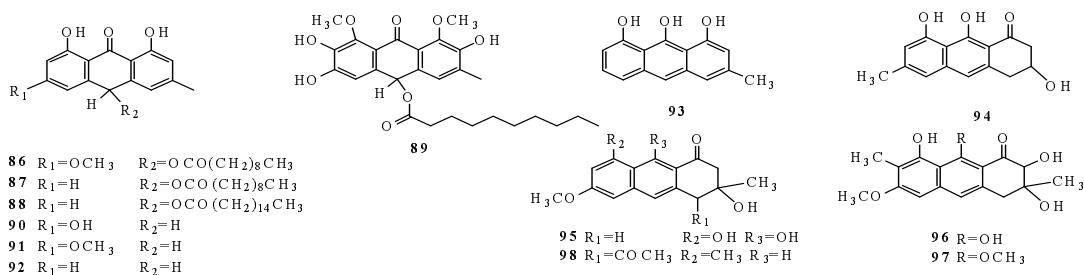


图 2 决明属植物中黄酮及黄酮类化合物的结构

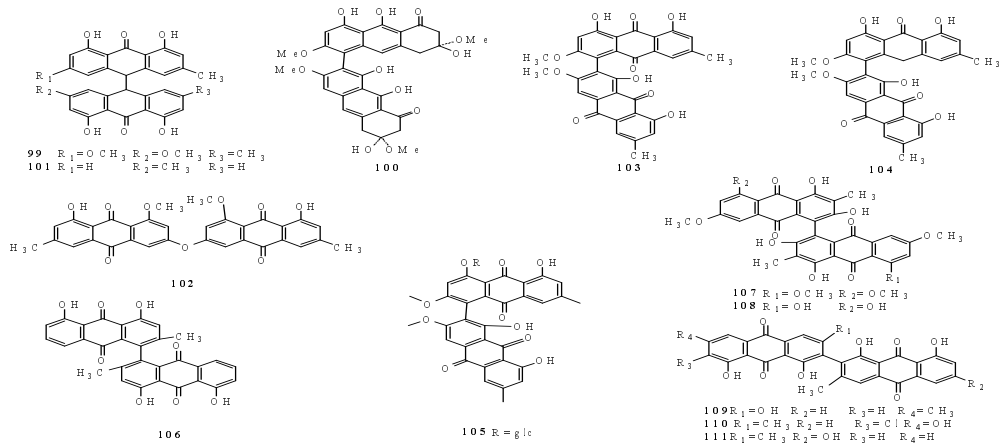


图3 决明属植物中双蒽核类蒽醌的结构

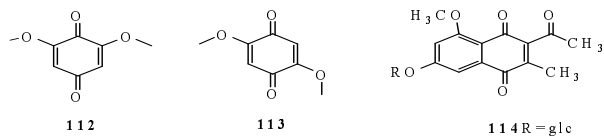


图4 决明属植物中苯醌及萘醌的结构

1.2 萘并吡喃酮类化合物 萘并吡喃酮类化合物是决明属中一类特异性成分,该属中共发现26个萘并吡喃酮类化合物(表2、图5)。

表2 决明属植物中萘并吡喃酮类化合物

编号	化合物名称	来源	文献
115	Rubrofusarin(红镰霉素)	<i>C.obtusifolia</i>	[8]
116	Cassiaside(决明子苷)	<i>C.obtusifolia</i>	[4, 11]
117	Toralactone(决明内酯)	<i>C.obtusifolia</i>	[12]
118	cassiaside B(决明子苷B)	<i>C.obtusifolia</i>	[4, 11]
119	Cassiaside C(决明子苷C)	<i>C.obtusifolia</i>	[4]
120	cassiaside B2(决明子苷B2)	<i>C.obtusifolia</i>	[4]
121	cassiaside C2(决明子苷C2)	<i>C.obtusifolia</i>	[4]
122	Rubrofusarin-6- $\beta$ -gentiobioside	<i>C.obtusifolia</i>	[4]
123	Norrubrofusarin(去甲基红镰霉素)	<i>C.tora</i>	[6]
124	6-[ $\alpha$ -D-apiofuranosyl-(1 $\rightarrow$ 6)-0- $\beta$ -D-glucopyranosyloxy]-rubrofusarin	<i>C.obtusifolia</i>	[6]
125	cassialactone gentiobioside(决明子内酯龙胆二糖苷)	<i>C.tora</i>	[6]
126	Rubrofusarin-6-0- $\beta$ -D-glucopyransyl(1 $\rightarrow$ 6)- $\beta$ -D-glucopyransyl-(1 $\rightarrow$ 3)- $\beta$ -D-glucopyransyl	<i>C.obtusifolia</i>	[4]
127	norrubrofusarin-6-0- $\beta$ -D-gentiobioside	<i>C.obtusifolia</i>	[4]
128	Rubrofusarin-6-0- $\beta$ -D-glucoside	<i>C.obtusifolia</i>	[4]
129	norrubrofusarin-6-0- $\beta$ -D-(6'-O-acetyl)glucopyranoside	<i>C.obtusifolia</i>	[4]
130	nor-rubrofusarin-6-0- $\beta$ -D-glucopyranoside	<i>C.tora</i>	[18]
131	quinquangulin-6-0- $\beta$ -D-apiofuranosyl-(1 $\rightarrow$ 6)-0- $\beta$ -D-glucopyranoside	<i>C.pudibunda</i>	[6]
132	rubrofusarin-6-0- $\beta$ -D-glucopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 3)-0- $\beta$ -D-glucopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 6)-0- $\beta$ -D-glucopyranoside-(1 $\rightarrow$ 6)-0- $\beta$ -D-glucopyranoside	<i>C.obtusifolia</i>	[7]
133	torachryson-9-0- $\beta$ -D-glucopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 3)-0- $\beta$ -D-glucopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 6)-0- $\beta$ -D-glucopyranoside-(1 $\rightarrow$ 6)-0- $\beta$ -D-glucopyranoside	<i>C.obtusifolia</i>	[7]
134	Isorubrofusarin-6-0- $\beta$ -gentiobioside	<i>C.obtusifolia</i>	[4]
135	rubrofusatin triglucoside	<i>C.obtusifolia</i>	[4]
136	nor-rubrofusarin gentiobioside	<i>C.obtusifolia</i>	[8]
137	uinquangulin-6-0- $\beta$ -D-glucopyranoside	<i>C.pudibunda</i>	[6]
138	Cassialactone 9-0- $\beta$ -D-glucopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 6)- $\beta$ -D-glucopyranoside	<i>C.obtusifolia</i>	[19-20]
139	(3S)-9,10-dihydroxy-7-methoxy-3-methyl-1-oxo-3,4-dihydro-1H-benzo[g]isochromene-3-carboxylic acid 9-0- $\beta$ -D-glucopyranoside		[21]
140	(3R)-cassialactone 9-0- $\beta$ -D-glucopyranoside		[21]

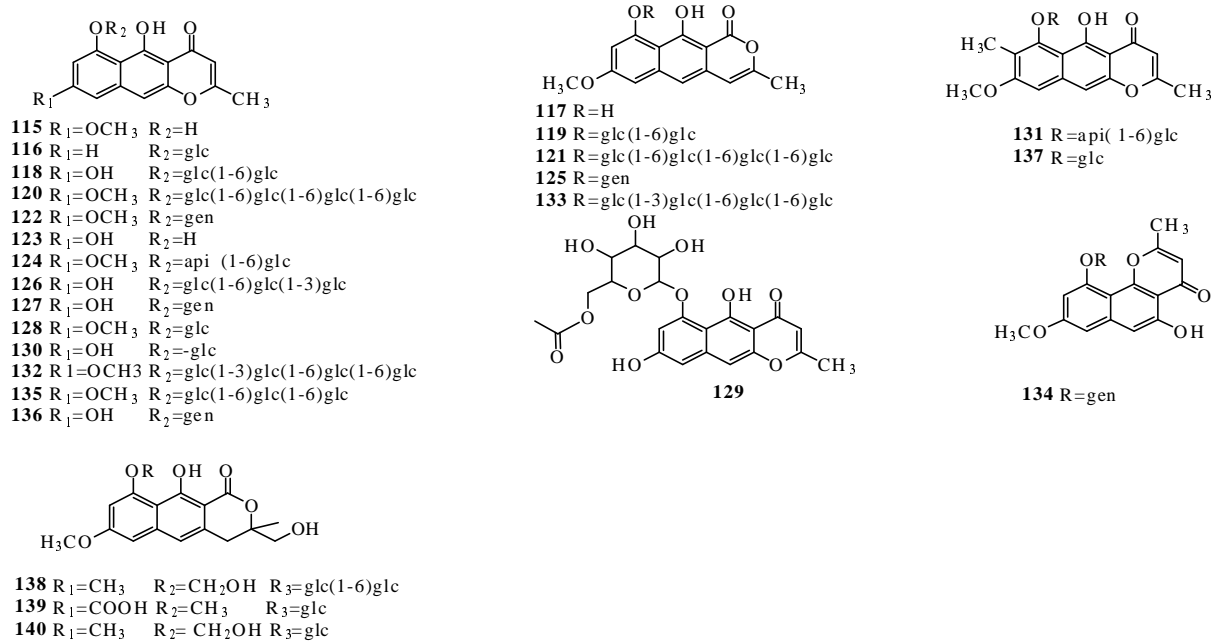


图5 决明属植物中萘并吡喃酮类化合物的结构

1.3 黄酮及其衍生物 从决明属植物中分离得到的高异黄酮1个(192),黄烷醇3个(193-195)和色原酮18个(196-213)(图6、表3)。

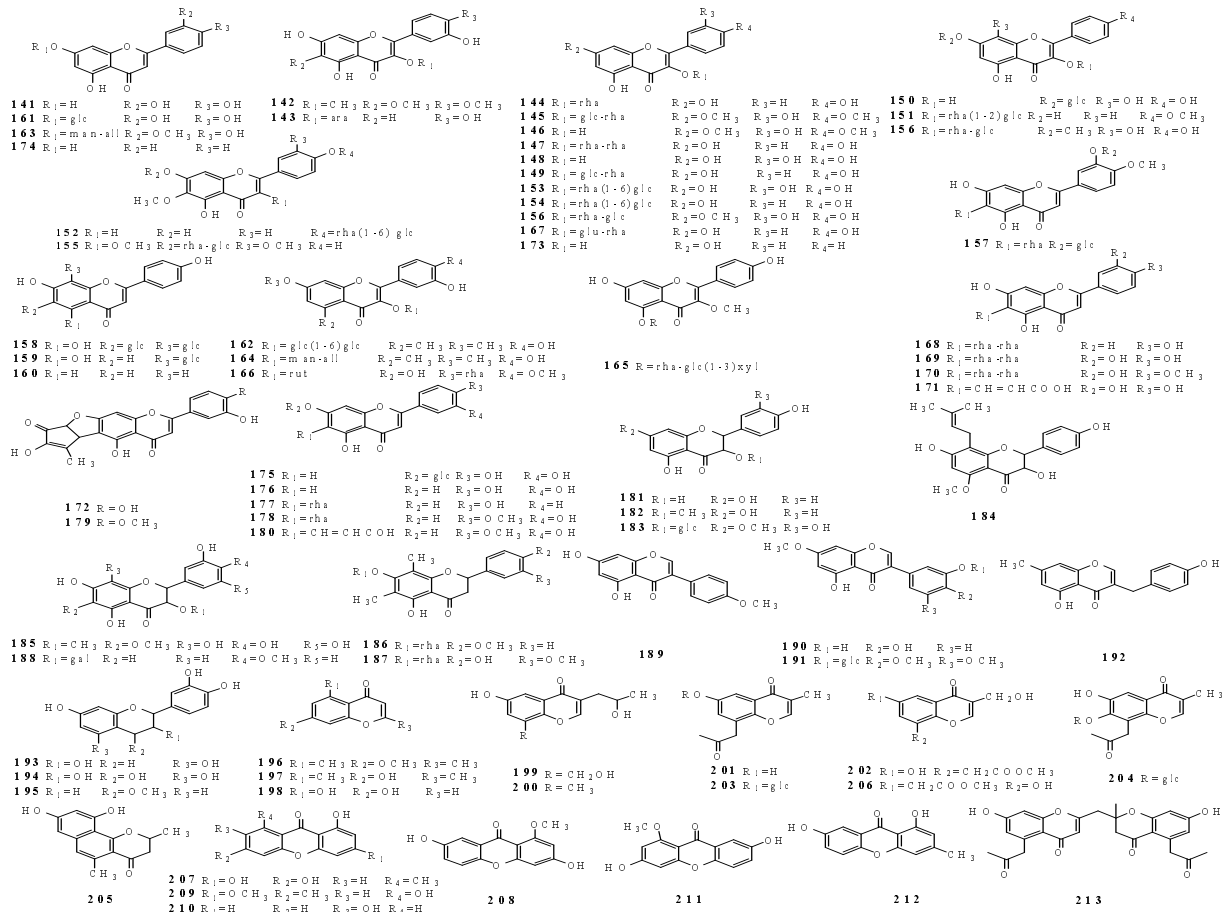


图6 决明属植物中黄酮类化合物的结构

表3 决明属中黄酮及其衍生物

编号	化合物名称	来源	文献
141	Luteolin(木犀草素)	<i>C.obtusifolia</i>	[6]
142	Centaureidin(矢车菊黄素)	<i>C.grandis</i>	[6]
143	guajavarin	<i>C.laevigata</i>	[6]
144	Kaempferol 3-rhamnoside	<i>C.laevigata</i>	[6]
145	Ombuin-3-O-(2-rhamnosylglucoside)	<i>C.hirsute</i>	[6]
146	ombuin	<i>C.hirsute</i>	[6]
147	kaempferol-3-O- $\alpha$ -L-rhamnopyranosyl(1 $\rightarrow$ 2)- $\alpha$ -L-rhamnopyranoside	<i>C.angustifolia</i>	[13]
148	Quercetin	<i>C.javanica</i>	[6]
149	Kaempferol 3-glucorhamnoside	<i>C.marginata</i>	[6]
150	Kaempferol 7-O-D-glucopyranoside	<i>C.marginata</i>	[6]
151	5,7-dihydroxy-4'-methoxyflavonol-3-O- $\alpha$ -L-rhamnosyl-(1 $\rightarrow$ 2)-O- $\beta$ -D-glucoside	<i>C.renigera</i>	[6]
152	5,7-dihydroxy-6-methoxyflavone-4'-O- $\alpha$ -L-rhamnosyl-(1 $\rightarrow$ 6)- $\beta$ -D-glucoside	<i>C.renigera</i>	[6]
153	quercetin-3-O- $\alpha$ -L-rhamnopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 6)- $\beta$ -D-glucopyranoside	<i>C.marginata</i>	[6]
154	kaempferol-3-O- $\alpha$ -L-rhamnopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 6)- $\beta$ -D-glucopyranoside	<i>C.angustifolia</i>	[13]
155	5,7,4'-三羟基-3,6,3'-三甲氧基黄酮-7-O-(2"-鼠李糖葡萄糖苷)	<i>C.occidentalis</i>	[6]
156	5,3',4'-三羟基-7-甲氧基黄酮-3-O-(2"-鼠李糖葡萄糖苷)	<i>C.occidentalis</i>	[6]
157	torosaflavone B-3'-O- $\beta$ -D-glucopyranoside	<i>C.occidentalis</i>	[6]
158	apigenin-6,8-di-C-glycoside	<i>C.occidentalis</i>	[6]
159	Vitexin	<i>C.alata</i>	[6]
160	7,3',4'-Trihydroxyflavone	<i>C.alata</i>	[6]
161	Cynaroside	<i>C.alata</i>	[6]
162	rhamnetin-3-O- $\beta$ -D-glucopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 6)- $\beta$ -D-glucopyranoside	<i>C.sophera</i>	[6]
163	chrysoeriol-7-O-(2"-O- $\beta$ -D-mannopyranosyl)- $\beta$ -D-allopyranoside	<i>C.sophera</i>	[6]
164	rhamnetin-3-O-(2"-O- $\beta$ -D-mannopyranosyl)- $\beta$ -D-allopyranoside	<i>C.sophera</i>	[6]
165	5,7,3',4'-tetrahydroxy-3-methoxyflavone-5-O- $\alpha$ -L-rhamnopyranosyl-7-O- $\beta$ -D-glucopyranosyl(1 $\rightarrow$ 3)-O- $\beta$ -D-xylopyranoside	<i>C.italica</i>	[6]
166	tamarixetin-3-O-rutinoside-7-O-rhamnoside	<i>C.italica</i>	[6]
167	kaempferol-3-O- $\beta$ -D-glucosyl-6-O- $\alpha$ -L-rhamnopyranoside	<i>C.angustifolia</i>	[13]
168	cassiaoccidentalis A	<i>C.occidentalis</i>	[6]
169	cassiaoccidentalis B	<i>C.occidentalis</i>	[6]
170	cassiaoccidentalis C	<i>C.occidentalis</i>	[6]
171	demethyltorosaflavone D	<i>C.nomame</i>	[6]
172	Demethyltorosaflavone C	<i>C.nomame</i>	[6]
173	Galangin	<i>C.obtusifolia</i>	[16]
174	Chrysin	<i>C.obtusifolia</i>	[16]
175	chrysin-7- $\beta$ -D-glucoside	<i>C.obtusifolia</i>	[16]
176	cyanidenon	<i>C.obtusifolia</i>	[16]
177	torosaflavone A	<i>C.torosa</i>	[6]
178	torosaflavone B	<i>C.torosa</i>	[6]
179	torosaflavone C	<i>C.torosa</i>	[6]
180	torosaflavone D	<i>C.torosa</i>	[6]
181	3,5,7,4'-四羟基黄酮	<i>C.renigera</i>	[6]
182	5,7,4'-三羟基-3-甲氧基黄酮	<i>C.renigera</i>	[6]
183	dihydroxylrhamnetin-3-O- $\beta$ -D-glucopyranoside	<i>C.marginata</i>	[6]
184	8-异戊二烯基-3,7,4'-三羟基-5-甲氧基黄酮	<i>C.renigera</i>	[6]
185	六羟基黄酮-3,6-二甲醚	<i>C.renigera</i>	[6]
186	matteucinol 7-rhamnoside	<i>C.occidentalis</i>	[6]
187	jaceidin 7-rhamnoside	<i>C.occidentalis</i>	[6]

续表 3

编号	化合物名称	来源	文献
188	leucocyanidin-4'-O-methylether-3-O-β-D-galactopyranoside	<i>C.javanica</i>	[6]
189	biochanin A	<i>C.fistula</i>	[7]
190	5, 3', 4'- 三羟基 -7- 甲氧基异黄酮	<i>C.alata</i>	[6]
191	5- 羟基 -7, 4', 5'- 三甲氧基异黄酮 -3'-O-β-D- 吡喃葡萄糖苷	<i>C.sophera</i>	[19]
192	高异黄酮 5, 4'- 二羟基 -7- 甲基 -3- 苄基色酮	<i>C.nodosa</i>	[22]
193	Cianidanol	<i>C.grandis</i>	[6]
194	(2R, 3S, 4R)-2-(3, 4-Dihydroxyphenyl)-3, 4, 5, 7-chromanetetrol	<i>C.marginata</i>	[6]
195	2, 4- 反 -7, 4'- 二羟基 -4- 甲氧基黄烷	<i>C.abbreviate</i>	[6]
196	2, 5- 二甲基 -7- 甲氧基色酮	<i>C.fistula</i>	[6]
197	2, 5-Dimethyl-7-hydroxy chromone	<i>C.fistula</i>	[6]
198	5, 7-Dihydroxychromone	<i>C.obtusifolia</i>	[6]
199	(2'S)-7- 羟基 -5- 羟甲基 -2-( 2'- 羟丙基) 色酮	<i>C.torosa</i>	[6]
200	(2'S) -7- 羟基 -2-( 2'- 羟丙基) -5- 甲基色酮	<i>C.torosa</i>	[6]
201	2-Methyl-5-acetyl-7-hydroxychromone	<i>C.torosa</i>	[6]
202	5- 丙酮基 -7- 羟基 -2- 羟甲基色酮	<i>C.siamea</i>	[6]
203	5- 丙酮基 -2- 甲基色酮 -7-O-β-D- 吡喃葡萄糖苷	<i>C.siamea</i>	[23]
204	5-acetyl-6-glycosyl-7-hydroxy-2, 6-methylchromone	<i>C.petersiana</i>	[6]
205	2, 3-dihydro-8, 10-dihydroxy-2, 5-dimethyl-4H-naphthopyran-4-one	<i>C.obtusifolia</i>	[24]
206	5- 羟基 -7- 丙酮基 -2- 亚甲基色酮	<i>C.petersiana</i>	[25]
207	3, 6-trihydroxy-8-methylxanthone	<i>C.obtusifolia</i>	[26-27]
208	3, 7-dihydroxy-1-methoxyxanthone	<i>C.obtusifolia</i>	[26-27]
209	1, 8-dihydroxy-3-methoxy-6-methylxanthone	<i>C.obtusifolia</i>	[26-27]
210	euxanthone	<i>C.obtusifolia</i>	[26-27]
211	isogentisin	<i>C.obtusifolia</i>	[26-27]
212	1, 7-dihydroxy-3-methylxanthone	<i>C.obtusifolia</i>	[28]
213	chrobisiamone	<i>C.siamea</i>	[29]

1.4 生物碱类 决明属植物中分离鉴定了 16 个生物碱类化合物, 分别为 N1, N8-dibenzoyl-spermidine (214)<sup>[30]</sup>、cassiarins A-E (215-219)<sup>[31-32]</sup>、cassiadinine (220)<sup>[24]</sup>、iso-6-spectaline (221)、(-)-7-hydroxyspectaline (222)、(-)-3-O-acetylspectaline (223)、(-)-spectaline (224)<sup>[32]</sup>、

(+)-3-O-feruloylcassine (225)、(+)-spectaline (226)<sup>[33]</sup>、(-)-iso-6-cassine (227)<sup>[34]</sup>、(-)-spectaline (228) 和 (-)-iso-6-carnavaline (229)<sup>[6]</sup> (图 7), 主要是从 *C.floribunda*、*C.siamea* 和 *C.spectabilis* 中分离得到。

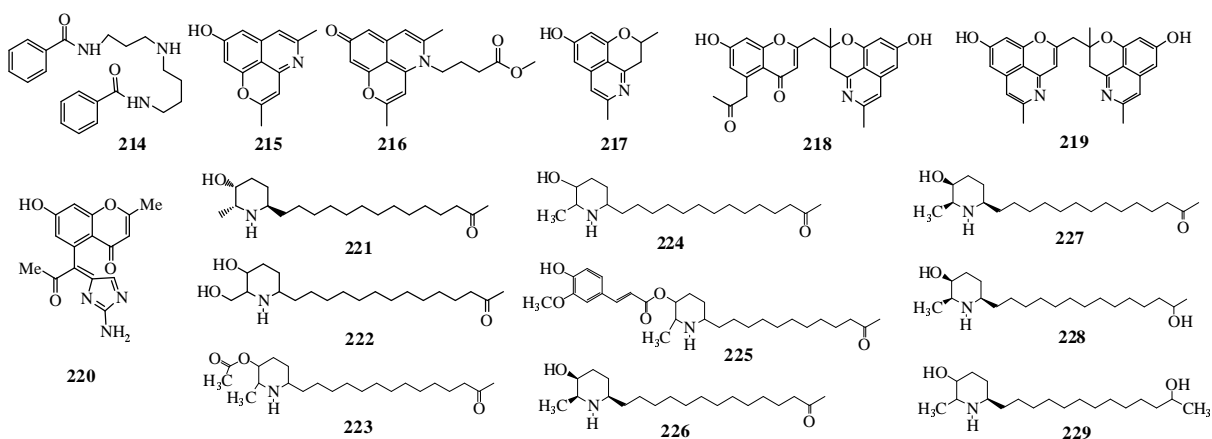


图 7 决明属植物中生物碱类化合物的结构



1.5 苯丙素类 从决明属中分离得到的苯丙素类化合物有 12 个,包括 7 个木脂素(230-236)和 5 个香豆素(237-241),分别是分离自 *C.occidentalis* 的 seslignanoccidentaliols A、B(230-231)、threobuddlenol B(232)、erythro-buddlenol B(233)、threo-buddlenol C(234)、erythro-buddlenol C(235)、hedyotisol A(236)<sup>[6]</sup>及从 *C. alata*、*C.btusifoli*、*C.tora*、*C.fistula* 中得到 dalbergin(237)<sup>[33]</sup>、isotoralactone(238)<sup>[12]</sup>、toralactone-9-0- $\beta$ -D-gentiobioside(239)<sup>[35]</sup>、isoscopoletin(240)<sup>[36]</sup>和 scopoletin(241)<sup>[37]</sup>(图 8)。

1.6 萜类 决明属植物中分离得到萜类化合物共 11 个,多数为四环三萜和五环三萜,只有一个为倍半萜,分别是从 *C.obtusifolia*、*C. Fistula*、*C.siamae*、*C.alata*、*C.sophera* 中分离得到的 Lupeol(羽扇豆醇,242)<sup>[24]</sup>、Betulinic acid(白桦脂酸,243)、Betulin(白桦脂醇,244)、Friedelin(木栓酮,245)<sup>[38]</sup>、 $3\beta$ ,  $16\beta$ , 22-trihydroxyiso hopane(246)<sup>[28]</sup>、 $\alpha$ -

Amyrin(247)、 $\beta$ -Amyrin palmitate(248)<sup>[6]</sup>、butyrospermone(249)、cycloart-23-ene- $3\beta$ , 25-diol(250)<sup>[6]</sup>、cyclosophoside A(251)<sup>[39]</sup>和 lacini-lene C(252)<sup>[40]</sup>(图 9)。

1.7 甾体类 决明属中分离得到甾体类化合物共 11 个,多为植物甾醇,分别是  $\beta$ -胡萝卜苷(253)、 $\beta$ -Sitosterol( $\beta$ -谷甾醇,254)<sup>[3]</sup>、 $\beta$ -sitosterol palmitate(255)<sup>[28]</sup>、 $\beta$ -sitosterol behenate(256)<sup>[6]</sup>、 $\beta$ -sitosterol arachidate(257)<sup>[6]</sup>、Stigmasterol(豆甾醇,258)<sup>[29]</sup>、(24S)-24-ethylcholesta-5, 22(E), 25-trien- $3\beta$ -ol(259)、stigmasterol-3-O- $\beta$ -D-glucoside(260)<sup>[14]</sup>、Cholesterol(胆固醇,261)、Campesterol(菜油甾醇,262)<sup>[29]</sup>和(4R\*, 5S\*, 6E, 8Z)-ethyl-4-[(E)-but-1-enyl]-5-hydroxypentdeca-6, 8-dienoate(263)<sup>[6]</sup>(图 10),从 *C.obtusifolia*、*C.fistula*、*C.sophera* 和 *C.italica* 中分离所得。

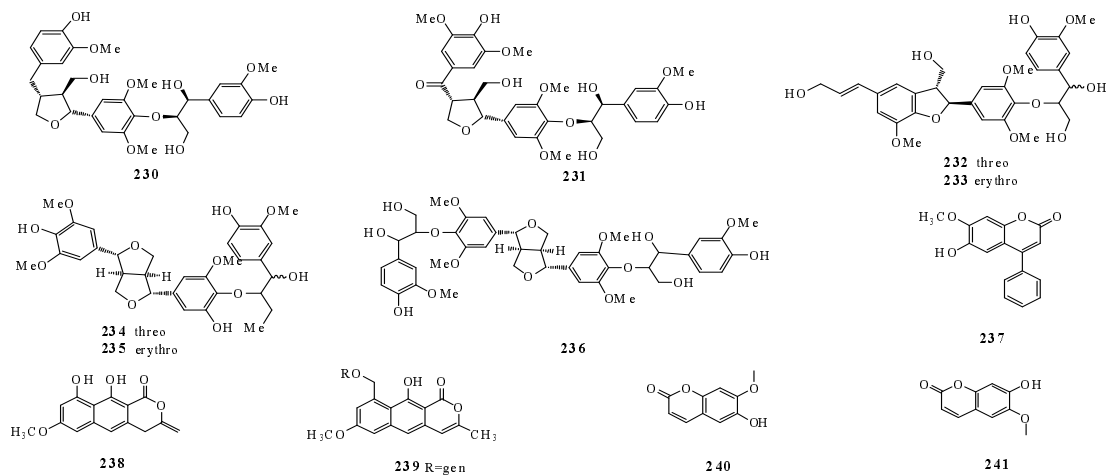


图 8 决明属植物中苯丙素类化合物的结构

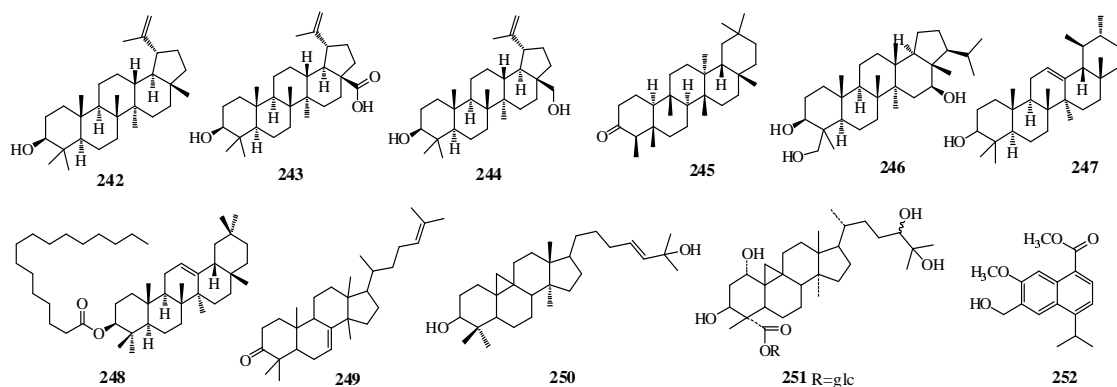


图 9 决明属植物中萜类化合物的结构

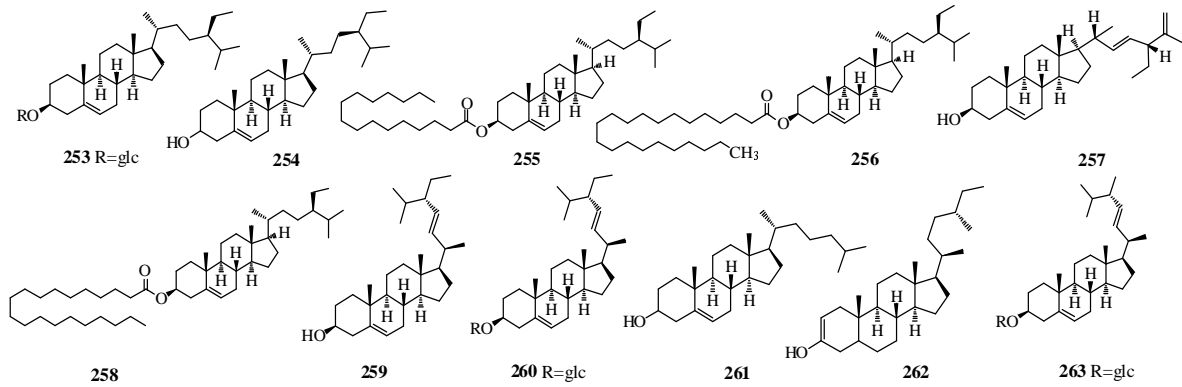


图 10 决明属植物中甾体类化合物的结构

1.8 其他类化合物 决明属植物中还含有二苯乙烯类、简单的苯甲醛类等化合物(表 4、图 11)。此外,还含有脂肪酸类、水溶性多糖类、氨基酸和 Zn、Cu、Mn、Fe、Mg、Ca、Na、K 等多种无机元素。

表 4 决明属植物中其他类化合物

编号	化合物名称	来源	文献
264	Vanillic acid(香草酸)	<i>C.fistula</i>	[28]
265	3-Hydroxy-4-methoxybenzoic acid(异香草酸)	<i>C.fistula</i>	[28]
266	cassialactone	<i>C.obtusifolia</i>	[6]
267	2,4-Dihydroxybenzaldehyde	<i>C.obtusifolia</i>	[36]
268	3,5-Dimethoxybenzaldehyde	<i>C.grandis</i>	[6]
269	3,4,5-Trimethoxybenzaldehyde	<i>C.grandis</i>	[41]
270	2,4,6-Trimethoxybenzaldehyde	<i>C.grandis</i>	[6]
271	5-Hydroxymethylfurfural	<i>C.garrettiana</i>	[6]
272	trans-3,3',5,5'-tetrahydroxy-4-methoxystilbene	<i>C.pudibunda</i>	[6]
273	cis-3,3',5,5'-tetrahydroxy-4-methoxystilbene	<i>C.pudibunda</i>	[6]
274	cassigarol A	<i>C.garrettiana</i>	[6]
275	cassigarol B	<i>C.garrettiana</i>	[6]
276	cassigarol C	<i>C.garrettiana</i>	[6]
277	cassigarol D	<i>C.siamea</i>	[23]
278	Methyl-6-(hydroxymethyl)-4-isopropyl-7-methoxynaphthalene-1-carboxylate	<i>C.garrettiana</i>	[6]
279	2- 苄基 -4,6- 二羟基苯甲酸 -4-O-β-D- 吡喃葡萄糖苷	<i>C.obtusifolia</i>	[36]
280	2- 苄基 -4,6- 二羟基苯甲酸 -6-O-β-D- 吡喃葡萄糖苷	<i>C.obtusifolia</i>	[36]
281	4α-acetyl-3,7-dihydroxy-3,6-dimethyl-dihydronaphtalenone	<i>C.petersiana</i>	[25]
282	nodolidate	<i>C.nodosa</i>	[6]
283	5-(2-hydroxyphenoxy)methyl) furfura	<i>C.garrettiana</i>	[6]
284	anhydrobarakol	<i>C.siamea</i>	[23]
285	benzyl-2-hydroxy-3,6-dimethoxybenzoate	<i>C.obtusifolia</i>	[42]
286	benzyl-2β-0-D-glucopyranosyl-3,6-dimethoxybenzoate	<i>C.obtusifolia</i>	[42]
287	10,11-dihydroanhydrobarakol	<i>C.siamea</i>	[23]
288	1-hydroxyl-2-acetyl-3,8-dimethoxy-naphthalene-6-O-β-D-apiofuranosyl-(1→2)-β-D-glucopyran-oxide	<i>C.obtusifolia</i>	[8]
289	aspidinol	<i>C.obtusifolia</i>	[16]
290	2- 苄基 -4,6- 二羟基苯甲酸	<i>C.obtusifolia</i>	[36]
291	cassitoroside	<i>C.obtusifolia</i>	[4]
292	obtusinaphthalenside A	<i>C.obtusifolia</i>	[43]
293	obtusinaphthalenside B	<i>C.obtusifolia</i>	[43]

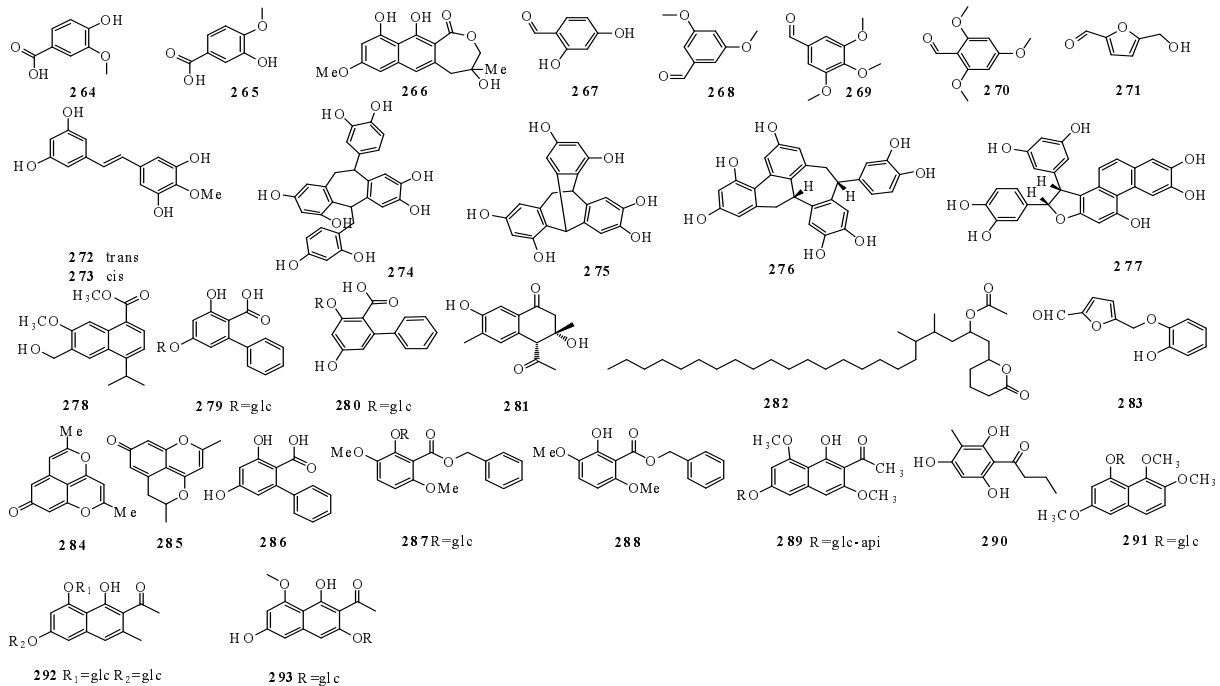


图 11 决明属植物中其他化合物的结构

## 2 药理活性

随着对决明属植物天然资源开发利用的深入研究,对其粗提物、单体化合物等相关活性的研究取得了一定进展。决明属植物报道的药理活性主要有清肝明目、泻下利尿、降血脂、降血压及抑菌等。由于决明子为常用中药材,且药食两用,因此目前关于决明属药理活性的研究主要集中在决明子。

**2.1 降血脂** 决明子水提物可通过对氨基酸和胆固醇等内源性代谢物的影响而起到降血脂作用。它不仅能够抑制血清胆固醇升高,防止动脉粥样硬化斑点形成,还能增加血清高密度脂蛋白胆固醇(high density lipoprotein cholesterol, HDL-C)含量,改善胆固醇在体内的分布状况<sup>[44]</sup>。蒽醌糖苷能减少肠道对胆固醇的吸收,增加排泄,通过反馈调节低密度脂蛋白(low density lipoprotein, LDL)代谢来降低血清胆固醇水平,延缓和抑制动脉粥样硬化斑点的形成。运用低密度脂蛋白受体(low density lipoprotein receptor, LDLR)报告基因模型对橙黄决明素进行的药效学研究发现,橙黄决明素能增强 LDLR 基因转录水平,其降血脂作用与普伐他汀相当<sup>[45]</sup>。

**2.2 降压** 研究发现生决明子与炒决明子水浸液、醇提物均能平稳降压,降压作用无明显差异<sup>[46]</sup>。利用水提醇沉法制成的决明子注射液能降低高血压大鼠收缩压与舒张压,且与注射利血平比较,决

明子的降血压作用更显著。对决明子中蒽醌苷、蛋白质和低聚糖等成分的降压作用进行研究时发现灌胃给药 10 天后,决明子不同分组的降压作用存在一定差异,其降压效果依次为:蒽醌苷组>低聚糖组>蛋白质组,且决明子蒽醌苷提取物降压强度和持续时间均优于利血平<sup>[47]</sup>。在临床试验中,通过 6 个月的观察,发现高血压前期患者运用决明子治疗,其降压效果平稳有效,且长期服用无明显不良反应<sup>[48]</sup>。

**2.3 保肝** 决明子乙醇提取物可提高血清及肝线粒体中超氧化物歧化酶(superoxide dismutase, SOD)等物质的活性,降低肝匀浆丙二醛(malonaldehyde, MDA)含量,从而对 D-氨基半乳糖所致大鼠急性肝损伤起保护作用<sup>[49]</sup>。研究表明决明子中蒽醌类和多糖类可抑制 CCl<sub>4</sub> 引起的小鼠血清谷丙转氨酶(alanine transaminase, ALT)、谷草转氨酶(aspartate aminotransferase, AST)和碱性磷酸酶(alkaline phosphatase, ALP)及 MDA 含量的增加,可增加 SOD 和肝糖原的含量,从而减轻 CCl<sub>4</sub> 引起的小鼠肝脏组织损伤<sup>[50]</sup>。研究决明子中水提物对 CCl<sub>4</sub> 中毒小鼠肝脏解毒保肝作用时发现,决明子水提物可有效对抗半乳糖胺肝损伤,且其抗肝毒的主要成分为萘并吡喃酮类,包括决明苷、红镰霉素-6-O-β-D-龙胆二糖苷和红镰霉素-6-α-芹菜糖基-(1→6)-O-β-D-葡萄糖苷等。CCl<sub>4</sub> 可诱导大鼠体内细胞色素 P450 酶活性及超微结

构的改变而引起肝脏组织损伤, 大黄素可逆转这种改变, 促使产生细胞色素 P450, 进而发挥保肝作用<sup>[51]</sup>。由于 *C. auriculata* 80%水-丙酮提取物对半乳糖胺引发的小鼠肝细胞毒性具有保护作用, 因此通过单体化合物的分离最终发现其提取物中主要由 pseudosemiglabrin, (2S)-7,4-dihydroxyfalvan(4→8)-catechin 和 (2S)-7,4-dihydroxyfalvan (4β→8)-gallocatechin 发挥保肝作用<sup>[52]</sup>。

2.4 明目 根据目前研究推测, 决明子的明目作用可能与乳酸脱氢酶 (lactic dehydrogenase, LDH) 的活性有关。LDH 是人体的重要酶之一, 其主要生化功能是参与糖的无氧酵解, 产生三磷酸腺苷 (triphosphadamine, ATP), 减少晶状体中葡萄糖含量, 扩张末梢血管, 从而改善视网膜及视神经的血液循环。家兔或者狗连续 17 天服用 50%决明子煎剂后, 摘取其睫状肌, 并按崔云龙法测定其 LDH 活性, 结果显示 LDH 活性较对照组提高 ( $P < 0.01$ ), 且相应眼组织中 ATP 含量增加, 表明决明子有激活眼组织中 LDH 的功能, 从而达到防治近视及明目的作用<sup>[53]</sup>。

2.5 抑菌 决明子乙醇与氯仿提取物对镰刀菌、弯孢菌、油菜菌核病菌、金黄色葡萄球菌和棉花炭疽病菌都有一定的抑菌作用, 其中对油菜菌核病菌和棉花炭疽病菌的抑制效果较好, 抑菌率达 53%和 62%<sup>[54]</sup>。采用琼脂打洞扩散法, 以抑菌环直径为判断标准, 测定决明子对 8 种细菌的药敏情况, 发现决明子对大肠杆菌、绿脓杆菌有较好的抑菌效果, 对痢疾杆菌的抑菌效果较差。除决明子外, *C. auriculata* 的甲醇提取物也具有抑菌活性, 通过纸片扩散法进行体外抗菌活性实验, 供试菌株有金黄色葡萄球菌、大肠杆菌、枯草芽孢杆菌、绿脓假单胞菌和普通变形杆菌, 发现其黄酮类化合物对夏枯草和大肠杆菌的抑菌作用明显<sup>[55]</sup>。

2.6 免疫 决明子对免疫功能有一定的影响。复方决明子滴眼液可以增加小鼠外周血中白细胞和 T 淋巴细胞的数量, 刺激 T 淋巴细胞转化, 增强机体细胞免疫功能, 并可显著增加体内溶血素, 提高循环抗体水平。对小鼠进行免疫功能研究<sup>[56]</sup>的结果表明, 决明子水提醇沉液可促使小鼠胸腺萎缩, 结构改变明显 ( $P < 0.05$ ), 小鼠腹腔吞噬率和吞噬指数明显提高 ( $P < 0.05$ ), 而水提醇沉液对血清溶血素的形成与对照组比较差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。由此推测, 决明子能抑制小鼠免疫功能, 增强巨噬细胞吞噬作用, 但对体液免疫功能无明显影响, 促

使小鼠腹腔巨噬细胞吞噬百分率和吞噬指数增高的主要成分可能为蒽醌苷类化合物。

2.7 泻下 决明子中泻下的化学成分包括蒽醌、多糖及纤维素类, 其中蒽醌类是决明子起泻下作用的主要成分, 可以促使肠壁蠕动, 减少对食物的吸收, 从而加强肠道的排泄作用, 其发挥泻下作用的同时会伴随便秘; 决明子中的蒽醌类物质对血管活性肠多肽 (vasoactive intestinal polypeptide, VIP) 具有调节作用, VIP 是一种广泛存在的脑肠肽, 在消化系统中, 十二指肠和结肠含量最高, 对胃肠运动起抑制性调节作用<sup>[57]</sup>。决明子的泻下作用, 除了化学成分极性差异, 还受到炮制加工的影响, 决明子经炒制后, 其泻下作用较生品作用减弱, 这种作用机制, 可能是由于决明子加热炮制后, 其油脂类成分受到影响<sup>[58]</sup>。

2.8 抗氧化 超声波提取决明子中醇溶性和水溶性成分, 探寻决明子萌发过程中抗氧化活性的变化规律, 发现决明子和不同萌发期决明子芽干粉醇提物和水提物均具有抗氧化活性<sup>[59]</sup>。从决明子中分离得到的水溶性多糖, 通过抵抗  $H_2O_2$  诱导的红细胞氧化溶血、抑制血清过氧化产物 MDA 产生, 评价决明子多糖的体外抗氧化能力, 结果显示水溶性多糖对红细胞溶血有抑制作用, 证明决明子具有体外抗氧化能力<sup>[60]</sup>。通过光照核黄素体系产生超氧阳离子 ( $O_2^-$ ), 测定决明子提取物对  $O_2^-$  的清除能力, 并以 3 种自由基生成体系诱导的红细胞膜脂质过氧化为模型, 测定决明子提取物对脂质过氧化的抑制作用, 结果表明决明子提取物具有强的清除  $O_2^-$  的能力, 对黄嘌呤-黄嘌呤氧化酶系统、 $H_2O_2$  及紫外线照射 3 种方法引起的细胞膜脂质过氧化均有抑制作用<sup>[61]</sup>。此外, 通过抗氧化实验测定其抗氧化作用发现, *C. auriculata* 花瓣中富含抗氧化作用的黄酮类化合物<sup>[55]</sup>。*C. auriculata* 中总皂苷和总黄酮通过 DPPH 自由基、还原力和过氧化氢等体外抗氧化实验表明, 两者均具有抗氧化活性<sup>[62]</sup>。

2.9 降血糖作用 通过研究 *C. abbreviata* 树皮的乙醇提取物对 2 型糖尿病大鼠的降血糖作用, 发现其不仅可以降低血糖, 还可以维持患者体质量, 其作用机制是抑制  $\alpha$ -葡萄糖苷酶的作用, 能降低葡萄糖-6-磷酸酶活性, 增加己糖激酶活性, 促进血糖肌肉组织摄取<sup>[63]</sup>。*C. alata* 的甲醇提取物也具有  $\alpha$ -糖苷酶抑制活性, 应用活性指导分离的方法, 最终从中分离得到的单体化合物山奈酚-3-O-龙胆二糖苷的  $\alpha$ -糖苷酶抑制作用较强, 具有一定的

降血糖作用<sup>[64]</sup>。*C.fistula* 传统用于糖尿病的治疗,对其提取物进行研究,发现其具有抑制血糖升高的作用<sup>[65]</sup>。*C.sophera* 水提物对链脲霉素诱导的糖尿病大鼠的降糖作用研究发现,其不仅可以控制血糖,还对高血糖引起的肝脏、肾、胰腺等的氧化应激损伤具有保护作用<sup>[66]</sup>。

2.10 抗肿瘤 决明子 SC II 可以增强肠道功能、保持和促进机体健康,具有抗癌作用。相关体外试验研究发现,对人体子宫颈癌细胞培养株系 JTC-26 抑制率在 90%以上,大黄酸对小鼠黑色素瘤有较强的抑制作用,50 mg/kg 时抑制率为 76%,对癌细胞醇解有明显的抑制作用<sup>[57]</sup>。

2.11 抗血小板聚集 决明子具有抗二磷酸腺苷、花生四烯酸、胶原诱导的血小板聚集作用。决明子中的 3 个蒽醌化合物橙黄决明素、黄决明素、大黄素有微弱的抗血小板聚集活性,而 3 个蒽醌糖苷类化合物美决明子素葡萄糖苷、橙黄决明素葡萄糖苷和黄决明素葡萄糖苷,均具有强的血小板聚集抑制作用<sup>[67]</sup>。

2.12 抗炎活性 *C.italica* 甲醇提取物抗炎活性的动物模型试验发现,不同剂量提取物对角菜胶和福尔马林诱导的爪水肿动物模型表现出良好的抗炎活性,与吡哆美辛相比,其属于剂量依赖型,表明甲醇提取物可有效治疗急性和慢性炎症性疾病<sup>[68]</sup>。

2.13 利尿及其他活性 钝叶决明素、钝叶素、大黄酚、大黄素甲醚对 15-羟基前列腺素脱氢酶有弱抑制作用,能减缓前列腺素代谢,使其利尿作用延长<sup>[69]</sup>。决明子还具有减肥<sup>[70]</sup>、抗疟杀虫<sup>[71-72]</sup>、抑制酪氨酸酶<sup>[73]</sup>的作用,对胃溃疡、糖尿病肾病<sup>[74]</sup>具有防治作用。

### 3 结语

决明属植物化学成分复杂,药用价值广泛,具备较好的开发利用前景。然而目前关于其药理活性及作用机制研究力度不够,多集中于决明子,且活性筛选在粗提物层次,单体化合物的活性报道较少,缺乏深入的机制研究和整体动物活性评价。在质量标准上,《中华人民共和国药典》只规定以橙黄决明素( $\geq 0.2$ )和大黄酚( $\geq 0.08$ )作为其质控成分,这两种化合物绝对含量不高,代表不了其复杂的化学物质基础(在决明子指纹谱图上保留时间靠前的色谱峰还很多),所以其质控方法也需进一步研究,提高其科学性。虽然决明子具有药食两用的特性,但市场上有关决明属的产品为简单的决明子茶,其产品附加值低,药材价格便宜,

药农不愿种植,因此要充分利用现代科技手段并结合大健康需求,提高其作为保健品的科技含量和价值。此外,作为药食两用的药材其相关安全性评价也需进一步研究。

### 参考文献

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典:一部[M]. 北京:中国医药科技出版社,2015:145.
- [2] 曹丽娟,苗静,刘洁秀,等. 基于主成分分析的决明子中蒽醌类成分含量研究[J]. 中国中药杂志,2015,40(13):2589-2593.
- [3] 邹妍,鄢海燕. 基于 PCA 及 PLS-DA 算法分析决明子炒制前后化学成分的变化[J]. 中国医院药学杂志,2018,38(19):2027-2030.
- [4] 安芸,杨剑宏,王臣臣,等. UHPLC/Q-TOF-MS 法分析决明子化学成分[J]. 中成药,2017,39(4):776-781.
- [5] 刘建东,徐惠芳,黄中强. 短叶决明子的化学成分研究[J]. 中国药师,2016,19(6):1077-1078.
- [6] 李婷,冯占民,杨巡纭,等. 决明属植物的化学成分及药理作用研究进展[J]. 林产化学与工业,2012,32(6):107-118.
- [7] 苏会娟. 决明子大极性成分和质量标准研究[D]. 北京:中国中医科学院,2011.
- [8] 徐义龙. 决明子化学成分及炮制对其影响研究[D]. 北京:中国中医科学院,2014.
- [9] JANG D S,LEE G Y,KIM Y S,et al. Anthraquinones from the seeds of *Cassia tora* with inhibitory activity on protein glycation and aldose reductase[J]. Biol Pharm Bull,2007,30(11):2207-2210.
- [10] YOUN I S,HAN A R,CHOI J S,et al. A New Naphthalenic lactone glycoside from the seeds of *cassia obtusifolia*[J]. Chem Nat Comp,2017,53(3):1-3.
- [11] ZAMAN K,KHAN M R,ALI M,et al. New anthraquinone dimer from the root bark of *Cassia artemisioides* (Gaudich. Ex. DC) Randell [J]. J Asian Nat Prod Res,2011,13(1):62-67.
- [12] WANG Z J,Wu Q P,TANG L Y,et al. Two new glycosides from the genus of *Cassia* [J]. Chin Chem Lett,2007,18(10):1218-1220.
- [13] WU Q P,WANG Z J,TANG L Y,et al. A new flavonoid glucoside from *Cassia angustifolia*[J]. Chin Chem Lett,2009,20(3):320-321.
- [14] WU X H,CAI J J,RUAN J L,et al. Acetylated anthraquinone glycosides from *Cassia obtusifolia*[J]. J Asian Nat Prod Res,2011,13(6):486-491.
- [15] CHU H L,WEI X Y,XU E,et al. A New anthraquinone glycoside from the seeds of *cassia obtusifolia*[J]. Chin Chem Lett,2004,15(12):1448-1450.
- [16] 骆宜,张乐,王卫华,等. 高效液相色谱-离子阱-飞行时间质谱鉴定决明子化学成分[J]. 药物分析杂志,2015,35(8):1408-1416.
- [17] SHI B J,ZHANG W D,JIANG H F,et al. A new anthraquinone from seed of *cassia obtusifolia* [J]. Nat Prod Res,2016,30(1):35-41.
- [18] LEE G Y,Jang D S,Yun M L,et al. Naphthopyrone glucosides from the seeds of *cassia tora* with inhibi-

- tory activity on advanced glycation end products (AGEs) formation [J]. Arch Pharm Res, 2006, 29 (7): 587-590.
- [19] SARTORELLI P, CARVALHO C S, REMAO J Q, et al. Antiparasitic activity of biochanin A, an isolated isoflavone from fruits of *Cassia fistula* (Leguminosae) [J]. Parasitol Res, 2009, 104 (2): 311-314.
- [20] SRIJAN S, PRADEEP P, HUI S S, et al. Two new naphthalenic lactone glycosides from *Cassia obtusifolia* L. seeds [J]. Arch Pharm Res, 2018, 41 (7): 737-742.
- [21] SHRESTHA S, PAUDEL P, SU H S, et al. Two new naphthalenic lactone glycosides from *cassia obtusifolia*, L. seeds [J]. Arch Pharm Res, 2018, 75: 1-6.
- [22] KUMAR, ILYAS M, PARVEEN M, et al. A new chromone from *cassia nodosa* [J]. J Asian Nat Prod Res, 2006, 8 (7): 595-598.
- [23] OSHIMI S, DEGUCHI J, HIRASAWA Y, et al. Cassiarins C-E, antiplasmodial alkaloids from the flowers of *cassia siamea* [J]. J Nat Prod, 2009, 72 (10): 1899-1901.
- [24] SOB S V T, WABO H K, TANE P, et al. A xanthone and a polyketide derivative from the leaves of *cassia obtusifolia*, (Leguminosae) [J]. Tetrahedron, 2008, 64 (34): 999-80020.
- [25] GATSING D, DJEMGOU P C, GARBA I H, et al. Dihydronaphthalenone and chromone from *cassia petersiana* bolle and the antisalmonellal activity of its crude extract [J]. Res J Phytochem, 2010, 1 (1): 40-45.
- [26] SOB S V T, WABO H K, TCHINDA A T, et al. Anthraquinones, sterols, triterpenoids and xanthenes from *cassia obtusifolia* [J]. Biochem Syst Ecol, 2010, 38 (3): 342-345.
- [27] OSHIMI S, TOMIZAWA Y, HIRASAWA Y, et al. Chrobisiamone A, a new bischromone from *Cassia siamea* and a biomimetic transformation of 5-Acetyl-7-hydroxy-2-methylchromone into cassiarin A [J]. Bioorg Med Chem Lett, 2008, 18 (13): 3761-3763.
- [28] LEE C, LEE P, KUO Y. The chemical constituents from the aril of *cassia fistula* L [J]. J Chin Chem Soc, 2013, 48 (6A): 1053-1058.
- [29] 孔祥锋, 臧恒昌. 决明子化学成分及药理活性研究进展 [J]. 药学研究, 2013, 32 (11): 660-662.
- [30] MORITA H, OSHIMI S, HIRASAWA Y, et al. Cassiarins A and B, novel antiplasmodial alkaloids from *cassia siamea* [J]. Org Lett, 2007, 9 (18): 3691-3693.
- [31] 项略, 胡启迪, 顾青青, 等. GC-MS 法测定决明子脂肪油组成及稳定性探讨 [J]. 上海中医药杂志, 2012, 46 (7): 78-81.
- [32] 吴远远, 孟哲, 孙汉文. 超声波辅助提取决明子中脂溶性成分的 GC-MS 分析 [J]. 河北大学学报 (自然科学版), 2011, 31 (3): 258-261.
- [33] 孟哲, 王曼泽, 刘万毅. 决明子中不饱和脂肪酸高效液相色谱重叠峰的解析 [J]. 化学世界, 2012, 53 (3): 146-150.
- [34] 郝延军, 桑育黎, 赵余庆. 决明子的研究进展 [J]. 中草药, 2001, 32 (9): 858-859.
- [35] CLAUDIO V J, SILVAD D H S, PIVATTO M, et al. Lipoperoxidation and cyclooxygenase enzyme inhibitory piperidine alkaloids from *cassia spectabilis* green fruits [J]. J Nat Prod, 2007, 70 (12): 2026-2028.
- [36] WU X H, RUAN J L, CHENG C R. Benzyl-beta-resorcylicates from *Cassia obtusifolia* [J]. Fitoterapia, 2010, 81 (6): 617-620.
- [37] LI S F, DI Y T, WANG Y H, et al. Anthraquinones and lignans from *cassia occidentalis* [J]. Helv Chim Acta, 2010, 93 (9): 1795-1802.
- [38] OSHIMI S, DEGUCHI J, HIRASAWA Y, et al. Cassiarins C-E, antiplasmodial alkaloids from the flowers of *cassia siamea* [J]. J Nat Prod, 2009, 72 (10): 1899-1901.
- [39] ZHAO Y, LIU J P, LU D. A novel cycloartane triterpene glycoside from the seeds of *cassia sophera* L [J]. Nat Prod Res, 2007, 21 (6): 494-499.
- [40] 杨艳, 王月德, 邢欢欢, 等. 傣药决明子中一个新的倍半萜类化合物及其细胞毒活性 [J]. 中国中药杂志, 2016, 41 (17): 3256-3259.
- [41] VIEUAS Jr C, VANDERLAN D S B, FULAN M, et al. Further bioactive piperidine alkaloids from the flowers and green fruits of *cassia spectabilis* [J]. J Nat Prod, 2004, 67 (5): 908-910.
- [42] WANG Z J, WU Q P, TANG L Y, et al. Two new glycosides from the genus of *cassia* [J]. Chin Chem Lett, 2007, 18 (10): 1218-1220.
- [43] PANG X, LI N N, YU H S, et al. Two new naphthalene glycosides from the seeds of *cassia obtusifolia* [J]. J Asian Nat Prod Res, 2018, 21 (10): 1-7.
- [44] 许鹏飞, 孙学斌, 黄尹琦, 等. 决明子降脂有效成分的研究进展 [J]. 中华中医药学刊, 2018, 36 (1): 150-153.
- [45] 綦振亮, 卞宇, 蔡胡强, 等. 决明子提取物对高血脂症大鼠血脂的调节作用 [J]. 哈尔滨医科大学学报, 2018, 52 (1): 19-23.
- [46] 邓凡新, 张海涛, 童侠, 等. 生、炒决明子对两肾一夹高血压大鼠的降压作用 [J]. 承德医学院学报, 2011, 28 (2): 218-219.
- [47] 李续娥, 郭宝江, 曾志. 决明子蛋白质、低聚糖及蒽醌苷降脂作用的实验研究 [J]. 中草药, 2003, 34 (9): 842-843.
- [48] 苟建军. 决明子治疗高血压前期疗效观察 [J]. 中国民间疗法, 2011, 18 (6): 26.
- [49] 崔香玉. 决明子乙醇提取物对大鼠急性肝损伤的保护作用 [J]. 延边大学医学学报, 2006, 29 (4): 244-246.
- [50] PAUDEL P, JUNG H A, CHOI J S. Anthraquinone and naphthopyrone glycosides from *Cassia obtusifolia*, seeds mediate hepatoprotection via Nrf2-mediated HO-1 activation and MAPK modulation [J]. Arch Pharm Res, 2018, 41: 677-689.
- [51] NAKAMURA S, XU F, NINOMIYA K, et al. Chemical structures and hepatoprotective effects of constituents from *cassia auriculata* leaves [J]. Chem Pharm Bull, 2014, 62 (10): 1026-1031.
- [52] SEO Y, SONG J S, KIM Y M, et al. Toralactone glycoside in *cassia obtusifolia*, mediates hepatoprotection via an Nrf2-dependent anti-oxidative mechanism [J]. Food Res Int, 2017, 97 (1): 340-342.

- [53] 张新,赵燕,魏玲. 决明子多糖对大鼠青光视网膜细胞的保护作用及机制[J]. 中国老年学杂志,2018,38(5):3739-3742.
- [54] 杨冰,任娟,秦昆明,等. 决明子药理作用及其机制研究进展[J]. 中药材,2018,41(5):1247-1251.
- [55] SUMATHY R,SANKARAY S,BAMA P,et al. Antibacterial and antioxidant activity of flavanoid rich fraction from the petals of cassia auriculata-an in-vitro study[J]. Inter J Pharm Pharmaceut Sci,2013,5(3):492-497.
- [56] 邓响潮,孙桂波,宋威. 决明子蒽醌苷对小鼠免疫功能的调节作用[J]. 中国药业,2008,17(11):10-11.
- [57] 刘旭,杜爱林,姜洪波,等. 决明子对便秘小鼠结肠肌电和水通道蛋白3表达的影响[J]. 中国老年学杂志,2015,35(8):2145-2147.
- [58] 吴宿慧,刘亚敏,李寒冰,等. 基于自由基学说研究决明子水煎液对小鼠静止代谢率和抗氧化活性的影响[J]. 中成药,2015,37(6):1343-1347.
- [59] 张晓贤,张淼,王妍,等. 决明子萌发过程中抗氧化活性变化研究[J]. 西北植物学报,2011,31(2):393-397.
- [60] 刘娟,邓泽元,于化泓. 决明子水溶性多糖的抗氧化作用[J]. 食品科学,2006,27(5):61-63.
- [61] 雷嘉川,余建清,廖志雄. 决明子抗氧化作用的研究[J]. 中国中医药信息杂志,2006,13(11):41-42.
- [62] DESHPANDE S,KEWATKAR S M,PAITHANKAR V V. In-vitro antioxidant activity of different fraction of roots of cassia auriculata Linn[J]. Drug Invent Today,2013,5(2):164-168.
- [63] BATI K,KWAPE T E,CHARTURVEDI P. Anti-diabetic effects of an ethanol extract of cassia abbreviata stem bark on diabetic rats and possible mechanism of its action:anti-diabetic properties of cassia abbreviata[J]. J Pharmacopunc,2017,20(1):45-51.
- [64] VARGHESE G K,BOSE L V,HABTEMARIAM S. Antidiabetic components of cassia alataleaves:identification through  $\alpha$ -glucosidase inhibition studies[J]. Pharm Biol,2013,51(3):345-349.
- [65] JANGIR R N,JAIN G C. Evaluation of antidiabetic activity of hydroalcoholic extract of cassia fistula linnpod in streptozotocin-induced diabetic rats[J]. Pharmacogn J,2017,9(5):599-606.
- [66] SINGH R,BHARDWAJ P,SHARMA P. Antioxidant and toxicological evaluation of cassia sopherain streptozotocin-induced diabetic Wistar rats[J]. Pharmacogn Res,2013,5(4):225-232.
- [67] IMAM H. Evaluation of the larvicidal,antiplasmodial and cytotoxicity properties of cassia arereh Del. stem bark[J]. Eur J Med Plants,2013,3(1):78-87.
- [68] SERMKKANI M,THANGAPANDIAN V. Anti-inflammatory potential of cassia italica(mill)Lam. Ex. Fw. andrews leaves[J]. Inter J Pharm Pharmaceut Sci,2013,5:18-22.
- [69] YI J H,PARK H J,LEE S. Cassia obtusifolia seed ameliorates amyloid  $\beta$ -induced synaptic dysfunction through anti-inflammatory and Akt/GSK-3 $\beta$  pathways[J]. J Ethnopharmacol,2016,178:50-57.
- [70] 陈虹,卢祎,周梦娣,等. 决明子蒽醌提取物对脂肪酶的抑制作用[J]. 药物生物技术,2015,22(6):492-495.
- [71] LEE G Y,KIM J H,CHOI S K,et al. Constituents of the seeds of cassia tora with inhibitory activity on soluble epoxide hydrolase[J]. Chem,2016,47(11):5097-5101.
- [72] LEE G Y,CHO B O,SHIN J Y,et al. Tyrosinase inhibitory components from the seeds of cassia tora[J]. Arch Pharm Res,2018,41(5):490-496.
- [73] HADIZA B,MOHAMMED Z,KATSAYAL U A. Anti-ulcer activity of ethanol root extracts of cassia sieberiana D.C. in albino rats[J]. Eur J Med Plants,2016,11(4):1-9.
- [74] 李龙,杨明正,陈应强,等. 决明子对实验性大鼠糖尿病肾病疗效观察[J]. 中国中西医结合杂志,2006,26(增刊):71-72.

收稿日期:2019-07-27

\* 基金项目:国家公益性行业科研专项资助项目(201507002);  
国家杰出青年科学基金(81325023)。

作者简介:孙建慧(1992—),女,硕士学位。研究方向:天然产物化学。

△通讯作者:康利平(1979—),男,博士学位,副研究员。研究方向:中药化学分析。