

灯心草的化学成分、药理活性及临床应用研究进展

张宝^{1,2,3}, 马晓¹, 唐娟⁴, 杨红¹, 陈婷婷¹, 田洪星¹, 陈思颖², 李勇军^{3*}, 李悦^{1*}

1. 贵阳市妇幼保健院 药学部, 贵州 贵阳 550003

2. 贵州医科大学 贵州省药物制剂重点实验室, 贵州 贵阳 550004

3. 贵州医科大学 民族药与中药开发应用教育部工程研究中心/省部共建药用植物功效与利用国家重点实验室, 贵州 贵阳 550004

4. 贵州省药品监督管理局检查中心, 贵州 贵阳 550081

摘要: 灯心草 *Juncus effusus* 是灯心草科灯心草属植物, 以其干燥茎髓或全草入药, 在我国有着悠久的药用历史, 灯心草主要含有 9,10-二氢菲类、菲类、菲类二聚体类、萘类、甘油酯类、黄酮类、三萜类及甾体类等成分, 具有镇静、抗癌、抗炎、抑菌、抗氧化、抑藻等生物活性, 临床上常用于各类炎症、带状疱疹、甲状腺功能亢进及胃肠道症状的治疗。通过文献检索, 对近 40 年来国内外相关文献进行归类、分析和总结, 综述了灯心草的化学成分、药理活性及临床应用的研究进展, 旨在为其进一步研究和开发利用提供参考。

关键词: 灯心草; 9,10-二氢菲类; 菲类; 菲类二聚体; 镇静; 抗癌; 带状疱疹

中图分类号: R282.710.5 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2021)21-6701-16

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2021.21.029

Research progress on chemical constituents, pharmacological activities and clinical application of *Juncus effusus*

ZHANG Bao^{1,2,3}, MA Xiao¹, TANG Juan⁴, YANG Hong¹, CHEN Ting-ting¹, TIAN Hong-xing¹, CHEN Si-ying², LI Yong-jun³, LI Yue¹

1. Department of Pharmacy, Guiyang Maternal and Child Healthcare Hospital, Guiyang 550003, China

2. Guizhou Key Laboratory of Pharmaceutics, Guizhou Medical University, Guiyang 550004, China

3. Engineering Research Center for Development and Application of Ethnic Medicine, TCM (Ministry of Education) & State Key Laboratory of Functions and Applications of Medicinal Plants, Guizhou Medical University, Guiyang 550004, China

4. Center for Drug Inspection of Guizhou Medical Products Administration, Guiyang 550081, China

Abstract: *Juncus effusus*, a kind of *Juncus* plant of Juncaceae family, with a long medication history in China, its dry stem or whole-plant have been used as medicine. It mainly contains 9,10-dihydrophenanthrenes, phenanthrenes, phenanthrene dimer, pyrenes, glycerides, flavonoids, triterpenes and steroids, which have a wide range of pharmacological activities, such as sedation, anti-cancer, anti-inflammatory, anti-bacterial, anti-oxidation, antifungal activities, and etc. In clinical practice, *J. effusus* is often used in treatment of various inflammation, herpes zoster, hyperthyroidism and gastrointestinal symptoms. Through literature search, the relevant literatures of *J. effusus* at home and abroad in recent 40 years were classified, analyzed and summarized. Chemical constituents, pharmacological activities and clinical application of *J. effusus* were reviewed in this paper, which will provide references for further research, development and utilization of this plant.

Key words: *Juncus effusus* L.; 9,10-dihydrophenanthrenes; phenanthrenes; phenanthrene dimer; sedation; anti-cancer; herpes zoster

灯心草 *Juncus effusus* L. 为灯心草科灯心草属植物, 又名灯心、水灯心、灯芯草及虎须草等, 广泛分布于世界各地, 在我国主要产于江苏、云南、四川、贵州等南方地区^[1-3]。作为我国传统药物, 灯心草

收稿日期: 2021-03-24

基金项目: 贵州省科技计划项目 (20162820)

作者简介: 张宝 (1993—), 男, 硕士, 研究方向为中药药效物质基础及质量控制研究。Tel: 18798753353 E-mail: 1004800340@qq.com

*通信作者: 李勇军 (1973—), 教授, 主要从事中药药效物质基础及质量控制研究。Tel: (0851)86908468 E-mail: liyongjun026@126.com

李悦 (1976—), 副教授, 主要从事临床药学研究。Tel: (0851)85960001 E-mail: liyue_0407@163.com

药用历史悠久, 现收载于《中国药典》2020 年版^[4-5]。灯心草以干燥茎髓或全草入药, 其味甘, 性微寒, 归心、肺、小肠经, 具有清心火、利小便之功效, 用于心烦失眠、尿少涩痛、口舌生疮等治疗^[5-6]。研究表明, 灯心草中含有 9,10-二氢菲类、菲类、甘油酯类、黄酮类、三萜类、甾体类及微量元素等多种化学成分, 在镇静、抗焦虑、抗氧化、抗癌、抑菌、抗炎、抑藻等方面均表现出一定的活性, 临床上以其单方或组方用于各类炎症、带状疱疹、甲状腺功能亢进、胃肠道症状、失眠多梦及口舌生疮的治疗^[7-13], 以灯心草为原料的复方制剂如舒眠胶囊具有较大的市场需求。灯心草资源丰富, 廉价易得, 加之其丰富的化学成分和广泛的药理活性, 使其具有巨大的开发应用价值和广阔的市场前景。通过文献检索, 对近 40 年灯心草的国内外相关文献进行归类、分析和总结, 本文综述了灯心草的化学成分、药理活

性及临床应用的研究进展, 旨在为其进一步研究和开发利用提供参考。

1 化学成分

目前, 国内外对灯心草的化学成分研究发现, 其茎髓和全草所含的化合物种类繁多, 主要包括 9,10-二氢菲类、菲类、菲类二聚体类、萜类、甘油酯类、黄酮类、三萜类及甾体类等, 其中 9,10-二氢菲类、菲类、菲类二聚体是其主要的活性成分。

1.1 9,10-二氢菲类

9,10-二氢菲类化合物是灯心草的主要活性成分之一, 亦是灯心草属植物的特征成分之一。研究表明, 该类化合物大多具有显著的镇静、抗焦虑、抗菌、抗癌、抑藻等活性, 越来越受到研究者的关注。目前已从灯心草中分离鉴定 54 个该类化合物 (1~54), 具体化合物名称见表 1, 化合物结构见图 1。

表 1 灯心草中的 9,10-二氢菲类化合物
Table 1 9,10-Dihydrophenanthrenes in *J. effusus*

编号	化合物名称	参考文献
1	厄弗酚 (effusol)	5-6,14-32
2	灯芯草酚 (juncusol)	15-17,20-22,24-35
3	juncunol	17
4	2,6-二羟基-1,7-二甲基-5-乙烯基-9,10-二氢菲 (2,6-dihydroxy-1,7-dimethyl-5-vinyl-9,10-dihydrophenanthrene)	17
5	2,7-二羟基-1,8-二甲基-5-乙烯基-9,10-二氢菲 (2,7-dihydroxy-1,8-dimethyl-5-vinyl-9,10-dihydrophenanthrene)	5,17,30,35
6	2,8-二羟基-1,6-二甲基-5-乙烯基-9,10-二氢菲 (2,8-dihydroxy-1,6-dimethyl-5-vinyl-9,10-dihydrophenanthrene)	5,17
7	8-羟基-2-甲氧基-1,6-二甲基-5-乙烯基-9,10-二氢菲 (8-hydroxy-2-methoxy-1,6-dimethyl-5-vinyl-9,10-dihydrophenanthrene)	17
8	2-羟基-7-甲氧基-1,8-二甲基-5-乙烯基-9,10-二氢菲 2-hydroxy-7-methoxy-1,8-dimethyl-5-vinyl-9,10-dihydrophenanthrene	17
9	7-羧基-2-羟基-1-甲基-5-乙烯基-9,10-二氢菲 (7-carboxy-2-hydroxy-1-methyl-5-vinyl-9,10-dihydrophenanthrene)	6,17,19,21,24,32,36-37
10	8-羧基-2-羟基-1-甲基-5-乙烯基-9,10-二氢菲 (8-carboxy-2-hydroxy-1-methyl-5-vinyl-9,10-dihydrophenanthrene)	19,24,38
11	2,3-二羟基-1,7-二甲基-5-乙烯基-9,10-二氢菲 (2,3-dihydroxy-1,7-dimethyl-5-vinyl-9,10-dihydrophenanthrene)	38
12	2-羟基-7-羟甲基-1-甲基-5-乙烯基-9,10-二氢菲 (2-hydroxy-7-hydroxymethyl-1-methyl-5-vinyl-9,10-dihydrophenanthrene)	39
13	2-羟基-6-羟甲基-1-甲基-5-乙烯基-9,10-二氢菲 (2-hydroxy-6-hydroxymethyl-1-methyl-5-vinyl-9,10-dihydrophenanthrene)	39

续表 1

编号	化合物名称	文献
14	2,8-二羟基-1,7-二甲基-5-乙烯基-9,10-二氢菲 (2,8-dihydroxy-1,7-dimethyl-5-vinyl-9,10-dihydrophenanthrene)	6
15	2-甲氧基-7-羟基-1-甲基-5-乙烯基-9,10-二氢菲 (2-methoxy-7-hydroxy-1-methyl-5-vinyl-9,10-dihydrophenanthrene)	34
16	8-羟甲基-2-羟基-1-甲基-5-乙烯基-9,10-二氢菲 (8-hydroxymethyl-2-hydroxy-1-methyl-5-vinyl-9,10-dihydrophenanthrene)	30,35
17	7-羟基-2-甲氧基-1,6-二甲基-5-乙烯基-9,10-二氢菲 (7-hydroxy-2-methoxy-1,6-dimethyl-5-vinyl-9,10-dihydrophenanthrene)	40
18	5-乙酰基-2,6-二羟基-1,7-二甲基-9,10-二氢菲 (5-acetyl-2,6-dihydroxy-1,7-dimethyl-9,10-dihydrophenanthrene)	38
19	5-甲酰基-2-羟基-1,8-二甲基-1,7-甲氧基-9,10-二氢菲 (5-formyl-2-hydroxy-1,8-dimethyl-7-methoxy-9,10-dihydrophenanthrene)	38
20	5-甲酰基-2,6-二羟基-1,7-二甲基-9,10-二氢菲 (5-formyl-2,6-dihydroxy-1,7-dimethyl-9,10-dihydrophenanthrene)	38
21	5-甲酰基-2,7-羟基-1-甲基-9,10-二氢菲 (5-formyl-2,7-dihydroxy-1-methyl-9,10-dihydrophenanthrene)	24,30,35,41
22	2-羟基-5-羟甲基-1,7-二甲基-9,10-二氢菲 (2-hydroxy-5-hydroxymethyl-1,7-dimethyl-9,10-dihydrophenanthrene)	39
23	2,7-二羟基-5-羟甲基-1,8-二甲基-9,10-二氢菲 (2,7-dihydroxy-5-hydroxymethyl-1,8-dimethyl-9,10-dihydrophenanthrene)	39
24	2-羟基-5-羟甲基-7-甲氧基-1,8-二甲基-9,10-二氢菲 (2-hydroxy-5-hydroxymethyl-7-methoxy-1,8-dimethyl-9,10-dihydrophenanthrene)	39
25	2,7-二羟基-5-羟甲基-1-甲基-9,10-二氢菲 (2,7-dihydroxy-5-hydroxymethyl-1-methyl-9,10-dihydrophenanthrene)	30,35
26	5-(1-ethoxy)-2,7-dihydroxy-1,8-dimethyl-9,10-dihydrophenanthrene	39
27	effususol A	29-30,32
28	jinflexin A	32
29	5-(1-ethoxy)-2,6-dihydroxy-1,7-dimethyl-9,10-dihydrophenanthrene	38
30	5-(1-methoxyethyl)-2,6-dihydroxy-1,7-dimethyl-9,10-dihydrophenanthrene	38
31	5-(1-ethoxy)-2,8-dihydroxy-1,7-dimethyl-9,10-dihydrophenanthrene	38
32	7-羧基-2-羟基-1-甲基-8-乙烯基-9,10-二氢菲 (7-carboxy-2-hydroxy-1-methyl-8-vinyl-9,10-dihydrophenanthrene)	32
33	6-羧基-2-羟基-1-甲基-8-乙烯基-9,10-二氢菲 (6-carboxy-2-hydroxy-1-methyl-8-vinyl-9,10-dihydrophenanthrene)	32
34	2-羟基-7-羟甲基-1-甲基-8-乙烯基-9,10-二氢菲 (2-hydroxy-7-hydroxymethyl-1-methyl-8-vinyl-9,10-dihydrophenanthrene)	32
35	1-(3,7-dihydroxy-2,8-dimethyl-9,10-dihydrophenanthren-1-yl)ethanone	40
36	7-羧基-2-羟基-1-甲基-6-乙烯基-9,10-二氢菲 (7-carboxy-2-hydroxy-1-methyl-6-vinyl-9,10-dihydrophenanthrene)	32
37	2-羟基-1,7-二甲基-9,10-二氢菲-[5,6-b]-4',5'-二氢-4',5'-二羟基呋喃 (2-hydroxy-1,7-dimethyl-9,10-dihydrophenanthro-[5,6-b]-4',5'-dihydro-4',5'-dihydroxyfuran)	39
38	micrandol-B	38
39	juncuenin A	5
40	juncuenin B	29
41	juncuenin C	5
42	juncuenin D	5,29
43	juncuenin E	41
44	juncuenin F	30,35,41
45	juncuenin G	30-31,35,41
46	juncuenin H	5
47	juncuenin I	5
48	juncuenin L	5
49	juncuenin M	5
50	effusides I	42
51	effusides II	42
52	effusides III	42
53	effusides IV	42
54	effusides V	42

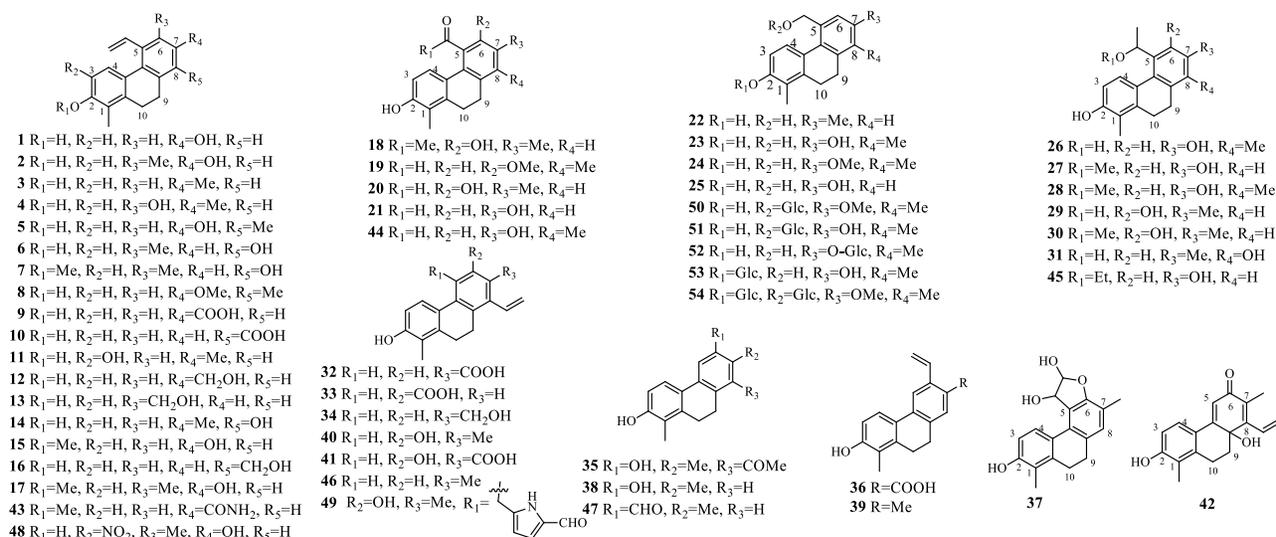


图 1 灯心草中 9,10-二氢菲类化合物的化学结构

Fig. 1 Chemical structures of 9,10-dihydrophenanthrenes in *J. effusus*

1.2 菲类

菲类化合物存在于灯心草、白及 *Bletilla striata* Reichb. f.、金叉石斛 *Dendrobium nobile* Lindl.等多种中药中，因其具有抗氧化、抗肿瘤、抗焦虑等药

理活性而受到广泛关注^[43-44]。菲类化合物是灯心草发挥镇静、抗焦虑作用的重要物质。目前研究者们先后从灯心草中分离鉴定了 19 个该类化合物(55~73)，具体化合物名称见表 2，化合物结构见图 2。

表 2 灯心草中的菲类化合物
Table 2 Phenanthrenes in *J. effusus*

编号	化合物名称	参考文献
55	去氢厄弗酚 (dehydroeffusol)	5-6,19,21-35,45,46
56	去氢灯心草酚 (dehydrojuncusol)	5,16,24,26-30,32-35,47
57	7-羧基-2-羟基-1-甲基-5-乙烯基菲 (7-carboxy-2-hydroxy-1-methyl-5-vinylphenanthrene)	19,24
58	2,8-二羟基-1,7-二甲基-5-乙烯基菲 (2,8-dihydroxy-1,7-dimethyl-5-vinylphenanthrene)	6
59	2,7-二甲氧基-1-甲基-5-乙烯基菲 (2,7-dimethoxy-1-methyl-5-vinylphenanthrene)	32
60	7-羟基-2-甲氧基-1,6-二甲基-5-乙烯基菲 (7-hydroxy-2-methoxy-1,6-dimethyl-5-vinylphenanthrene)	32
61	5-(1-methoxyethyl)-1-methyl-phenanthren-2,7-diol	30
62	2-羟基-7-羟甲基-1-甲基-8-乙烯基菲 (2-hydroxy-7-hydroxymethyl-1-methyl-8-vinylphenanthrene)	32
63	去氢厄弗醛 (dehydroeffusal)	16,21,25,35-36
64	2,7-二羟基-5-羟甲基-1-甲基菲 (5-hydroxymethyl-1-methylphenanthrene-2,7-diol)	21,30-31,35,48
65	dehydrojuncuenin A	5
66	dehydrojuncuenin B	5,29
67	dehydrojuncuenin D	30-31,35,41
68	dehydrojuncuenin E	35,30,41
69	dehydrojuncuenin F	5
70	dehydrojuncuenin G	5
71	dehydrojuncuenin H	5,25
72	dehydrojuncuenin I	5
73	dehydrojuncuenin J	5

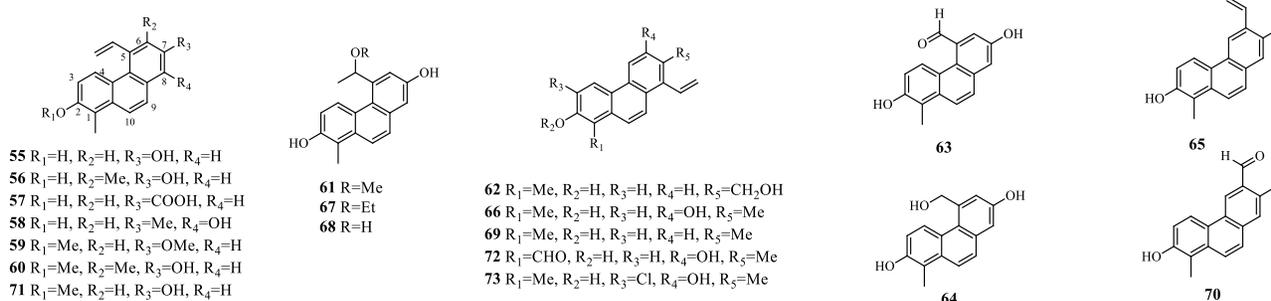


图2 灯心草中菲类化合物的化学结构

Fig. 2 Chemical structures of phenanthrenes in *J. effusus*

1.3 菲类二聚体

菲类二聚体通常由 9,10-二氢菲类、菲类化合物聚合形成，大多具有抑藻、抗炎、抗氧化活性及细

胞毒性。目前，已从灯心草中分离鉴定了 17 个该类化合物（74~90）。具体化合物名称见表 3，化合物结构见图 3。

表3 灯心草中的菲类二聚体类化合物

Table 3 Phenanthrene dimer in *J. effusus*

编号	化合物名称	文献	编号	化合物名称	参考文献
74	灯芯草素 (juncusin)	22,25,34	83	dijuncuenin C	5
75	effususins A	35,49	84	dijuncuenin D	5
76	effususins B	35,49	85	dijuncuenin E	5
77	effususins C	35,49	86	dijuncuenin F	5
78	effususins D	35,49	87	dijuncuenin G	5
79	dijuncuenin J	5,50	88	dijuncuenin H	5
80	dijuncuenin K	5,50	89	dijuncuenin I	5
81	dijuncuenin A	5	90	3,8,1',6'-tetramethyl-4,5'-divinyl-9',10'-dihydro-[1,3'] biphenanthrenyl-2,7,2',7'-tetraol	5
82	dijuncuenin B	5			

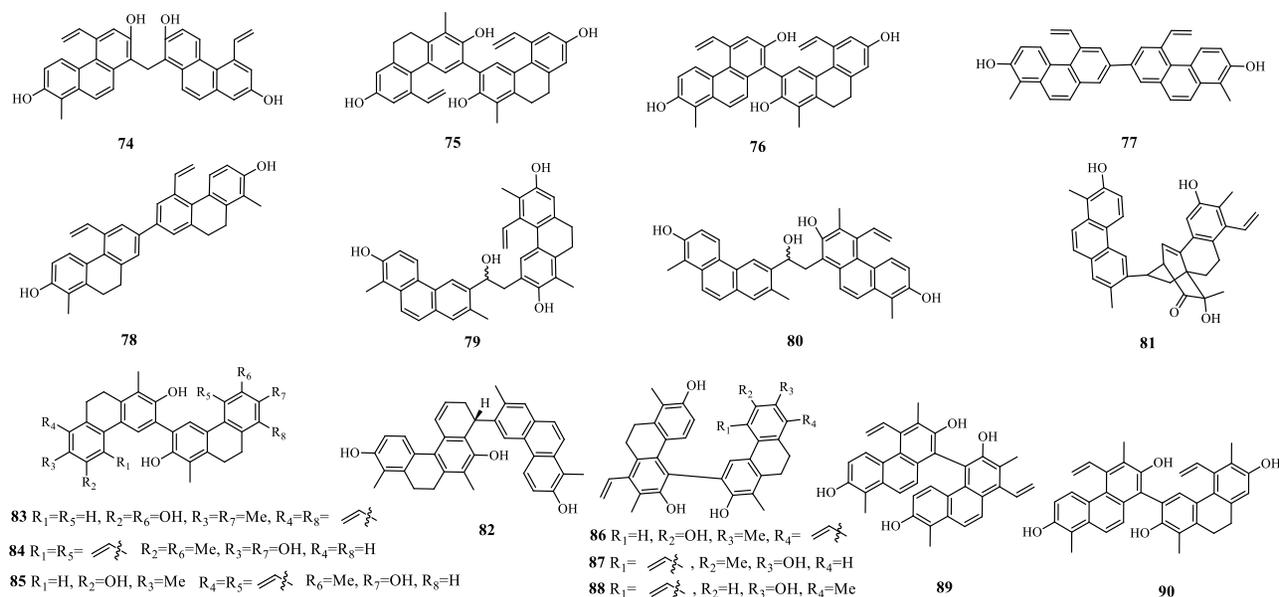


图3 灯心草中菲类二聚体类化合物的化学结构

Fig. 3 Chemical structures of phenanthrene dimer in *J. effusus*

1.4 茛类

茛主要存在于煤焦油沥青的蒸馏物中，其衍生物在中药中较为少见。从生源上推测，茛类化合物可能由 9,10-二氢菲或菲类化合物 C-5 上的乙烯基

末端与 C-4 发生偶联反应生成，该类化合物亦是灯心草的特征成分之一。目前，已从灯心草中分离鉴定了 7 个该类化合物（91~97）。具体化合物名称见表 4，化合物结构见图 4。

表 4 灯心草中的茛类化合物

Table 4 Pyrenes in *J. effusus*

编号	化合物名称	参考文献
91	2-O-β-D-glucopyranosyl-2,7-dihydroxy-1,6-dimethyl-9,10,12,13-tetrahydropyrene	51
92	2,7-di-O-β-D-glucopyranosyl-2,7-dihydroxy-1,6-dimethyl-9,10,12,13-tetrahydropyrene	51
93	2,7-二羟基-1,6-二甲基茛 (2,7-dihydroxy-1,6-dimethylpyrene)	32
94	2,7-二羟基-1-甲基茛 (2,7-dihydroxy-1-methylpyrene)	21,35,48,52
95	2-羟基-7-甲氧基-1-甲基茛 (2-hydroxy-7-methoxy-1-methylpyrene)	52
96	7-羟基-2-甲氧基-1-甲基茛 (7-hydroxy-2-methoxy-1-methylpyrene)	21,48
97	2,7-二羟基-1,6-二甲基-4,5-二氢茛 (2,7-dihydroxy-1,6-dimethyl-4,5-dihydropyrene)	40

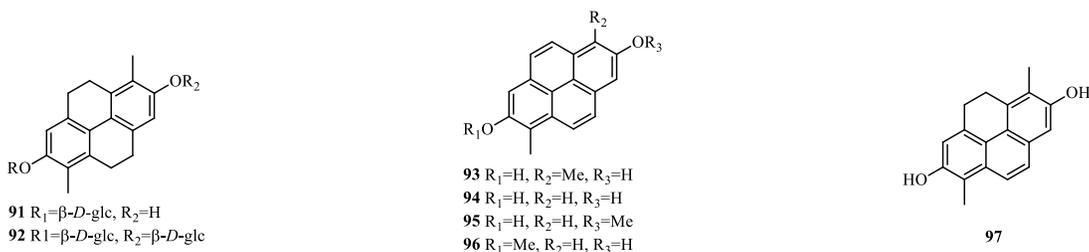


图 4 灯心草中茛类化合物的结构

Fig. 4 Chemical structures of pyrenes in *J. effusus*

1.5 三萜及甾体类

三萜类化合物是一类母核有 30 个碳原子、基本碳骨架由 6 个异戊二烯单位聚合而成的化合物，该类化合物在调节机体代谢、增强免疫功能和调节血脂等方面发挥重要作用^[53-54]。甾体类化合物是天然广泛存在的一类化合物，结构中都具有环戊烷骈多氢菲的甾核，根据 4 个环的稠合方式及 C-17 侧链不同可分为 C₂₁ 甾类、强心甾类、甾体皂苷类、植物甾醇类、昆虫变态激素类及胆酸类等，该类化合物在防治心脑血管疾病、抗肿瘤、降血糖和免疫调节方面具有一定的活性^[55]。至今，已从灯心草中分离得到 15 个三萜类化合物（98~112）和 7 个甾体类化合物（113~119）。具体化合物名称见表 5，化合物结构见图 5。

1.6 黄酮类

黄酮类化合物是自然界中常见的一类化合物，在抗炎、抗氧化等方面活性显著，具有一定的研究价值。据文献报道，目前已从灯心草中鉴定了 12 个黄酮类化合物（120~131），具体化合物名称见表 6，

化合物结构见图 6。

1.7 甘油酯类

甘油酯类化合物是灯心草的主要成分之一，亦是其特征成分之一。该类化合物的结构特征为甘油 C-1 或 C-2 位上的羟基与酚酸的羧基发生酯化反应生成单甘油酯，亦有 C-1、C-2 或 C-1、C-3 上的羟基分别与酚酸的羧基发生酯化反应生成双甘油酯。甘油酯类化合物通常具有抑菌、抑藻等活性，目前已从灯心草中分离鉴定了 14 个该类化合物（132~145），具体化合物名称见表 7，化合物结构见图 7。

1.8 酚酸及其衍生物

酚酸及其衍生物普遍存在于多种中药中，大多具有抗氧化、抗肿瘤等药理活性^[55]。目前研究报道了灯草中含 10 个该类化合物（146~158），具体化合物名称见表 8，化合物结构见图 8。

1.9 其他成分

灯心草的化学成分多样，除以上报道的 9,10-二氢菲类、菲类、菲类二聚体类、茛类、三萜及甾体类、黄酮类、甘油酯类、酚酸及其衍生物，该植物

表5 灯心草中的三萜及甾体类化合物

Table 5 Triterpenes and steroids from *J. effusus*

化合物	化合物名称	参考文献
98	juncosides I	56
99	juncosides II	57
100	juncosides III	57
101	juncosides IV	57
102	juncosides V	57
103	齐墩果酸 (oleanic acid)	31
104	cycloart-23Z-ene-3 β ,25-diol	58
105	3 β -hydroxy-cycloart-25-en-24-one	58
106	3 β -hydroxy-cycloartan-24-one	58
107	(24 <i>R</i>)-cycloart-25-ene-3 β ,24-diol	58
108	(24 <i>S</i>)-cycloart-25-ene-3 β ,24-diol	58
109	(24 <i>R</i>)-24,25-epoxycycloartanol	58
110	(24 <i>S</i>)-24,25-epoxycycloartanol	58
111	(24 <i>R</i>)-cycloartane-3 β ,24,25-triol	58
112	(24 <i>S</i>)-cycloartane-3 β ,24,25-triol	58
113	β -谷甾醇 (β -sitosterol)	6,15,18-19,21,35,46
114	β -胡萝卜苷 (β -daucosterol)	15,18,21
115	5 α -菠菜甾醇 (5 α -spinasterol)	18
116	胆甾-4-烯-6 β -醇-3-酮 (stigmast-4-en-6 β -ol-3-one)	20,21,35,46
117	(24 <i>R</i>)-胆甾-4-烯-3-酮 [(24 <i>R</i>)-stigmast-4-ene-3-one]	6,20-21
118	过氧化麦角甾醇 (3 β -hydroxy-5 α ,8 α -epidiocyergosta-6 <i>E</i> ,22 <i>E</i> -diene)	21,35,46
119	7-氧代- β -谷甾醇 (7-oxo- β -sitosterol)	21

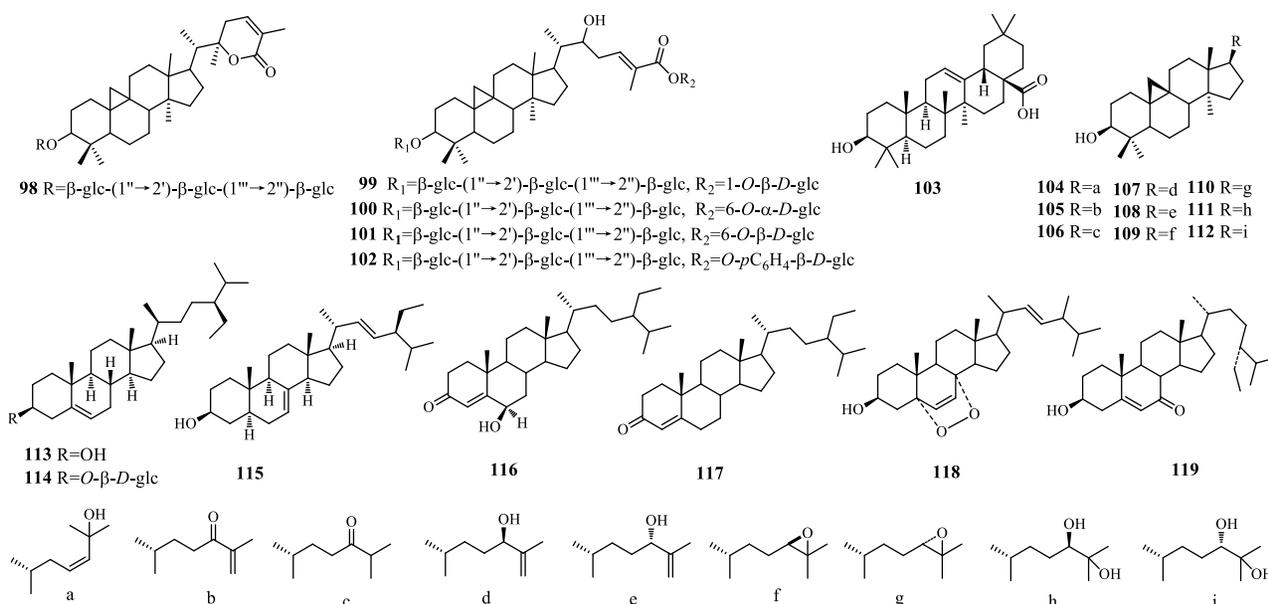


图5 灯心草中三萜及甾体类化合物的化学结构

Fig. 5 Chemical structures of triterpenes and steroids in *J. effusus*

表6 灯心草中的黄酮类化合物

Table 6 Flavonoids in *J. effusus*

编号	化合物名称	文献
120	木犀草素 (luteolin)	5,16,29,59
121	木犀草素-5-甲醚 (luteolin-5-methyl ether)	29
122	木犀草素-7-O-β-D-葡萄糖苷 (luteolin-7-O-β-D-glucoside)	59
123	isoscutellarein pentamethyl ether	18
124	川陈皮素 (nobiletin)	18
125	槲皮素 (quercetin)	18-19
126	毛地黄黄酮-5,3'-二甲醚 (luteolin-5,3'-dimethyl ether)	21,36-37
127	5,7,4'-三羟基-3'-甲氧基黄酮 (5,7,4'-trihydroxy-3'-methoxyflavone)	19
128	麦黄酮 (tricin)	19
129	金圣草黄素 (chrysoeriol)	5
130	2',5',5,7-四羟基黄酮 (2',5',5,7-tetrahydroxyflavone)	59
131	圣草酚 (eriodictyol)	59

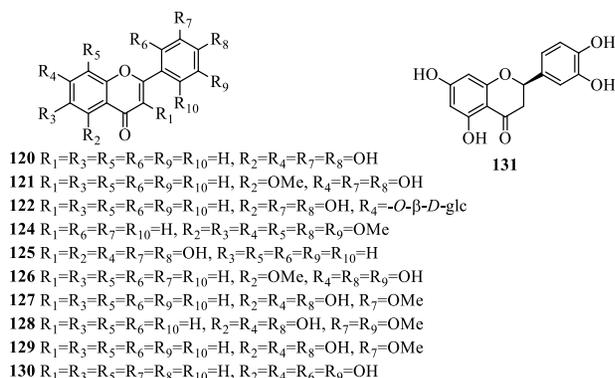


图6 灯心草中黄酮类化合物的化学结构

Fig. 6 Chemical structures of flavonoids in *J. effusus*

还含有醌类、糖类、脂肪酸等有机化合物(159、170)及Ca、Mg、Ba、Na等金属元素。具体化合物名称见表9,主要化合物结构见图9。

2 药理作用

2.1 对神经系统的影响

失眠症、焦虑症及抑郁症均为常见精神疾病,近年来发病率呈上升趋势,严重影响患者的生活质量^[62]。王衍龙等^[63]通过镇静催眠实验发现灯心草乙醇提取物的醋酸乙酯萃取部位是镇静催眠的有效部位,随后,对该部位的化学成分进行研究并测定分离得到的化合物活性^[6,19,24,25],显示厄弗酚(1)、灯芯草酚(2)、dehydrojuncuenin H(71)、灯芯草素(74)

表7 灯心草中的甘油酯类化合物

Table 7 Glycerides in *J. effusus*

编号	化合物名称	参考文献
132	1-O-对羟基桂皮酰甘油酯 (1-O-p-coumaroyl glyceride)	16,18,21,36-37
133	1-O-对甲氧基桂皮酰甘油酯 (1-O-p-methoxyl ethyl coumaroyl glyceride)	60
134	1-O-咖啡酰甘油酯 (1-O-caffeoyl glyceride)	60
135	1-O-阿魏酰甘油酯 (1-O-feruloyl glyceride)	60
136	2,3-异丙叉-1-O-对羟基桂皮酰甘油酯 (2,3-isopropylidene-1-O-p-hydroxycinnamyl glyceride)	18,21,36-37
137	2,3-异丙叉-1-O-对甲氧基桂皮酰甘油酯 (2,3-isopropylidene-1-O-p-methoxy-cinnamyl glyceride)	60
138	2,3-异丙叉-1-O-阿魏酰甘油酯 (2,3-isopropylidene-1-O-feruloyl glyceride)	21,36-37
139	2-O-对羟基桂皮酰甘油酯 (2-O-p-coumaroyl glyceride)	18,35,46
140	2-O-对甲氧基桂皮酰甘油酯 (2-O-p-methoxyl ethyl coumaroyl glyceride)	60
141	2-O-阿魏酰甘油酯 (2-O-feruloyl glyceride)	35,46
142	1,3-O-二对羟基桂皮酰双甘油酯 (1,3-O-di-p-coumaroyl glyceride)	60
143	1-O-阿魏酰基-3-O-对羟基桂皮酰双甘油酯 (1-O-feruloyl-3-O-p-coumaroyl glyceride)	60
144	2-O-阿魏酰基-1-O-桂皮酰双甘油酯 (2-O-feruloyl-1-O-p-coumaroyl glyceride)	60
145	1,2-O-二阿魏酰双甘油酯 (1,2-O-diferuloyl glyceride)	60

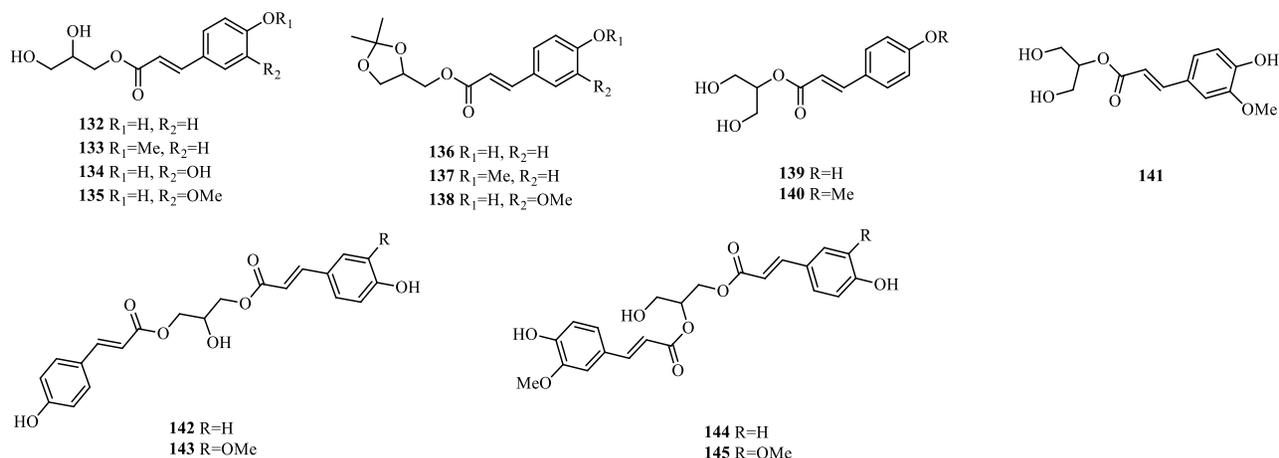


图7 灯心草中甘油酯类化合物的化学结构

Fig. 7 Chemical structures of glycerides in *J. effusus*

表8 灯心草中的酚酸及其衍生物

Table 8 Phenolic acids and their derivatives in *J. effusus*

编号	化合物名称	文献
146	香草酸 (vanillic acid)	18,59
147	对羟基苯甲酸 (<i>p</i> -hydroxybenzoic acid)	6,19
148	对羟基苯甲酸甲酯 (methyl <i>p</i> -hydroxybenzoate)	59
149	对羟基苯甲醛 (<i>p</i> -hydroxybenzaldehyde)	21,36-37
150	对香豆酸 (<i>p</i> -coumaric acid)	18-19
151	咖啡酸 (caffeic acid)	6
152	咖啡酸乙酯 (ethyl caffeate)	5
153	阿魏酸 (ferulic acid)	6,19
154	ethyl 5- <i>O</i> - <i>trans</i> -feruloyl- α - <i>L</i> -arabinofuranoside	41
155	4,4'-二羟基-3,3'-二甲氧基二苯甲酮 (4,4'-dihydroxy-3,3'-dimethoxybenzophenone)	32
156	大黄素 (emodin)	19
157	balanophonin B	35,46
158	effususins G	35,46

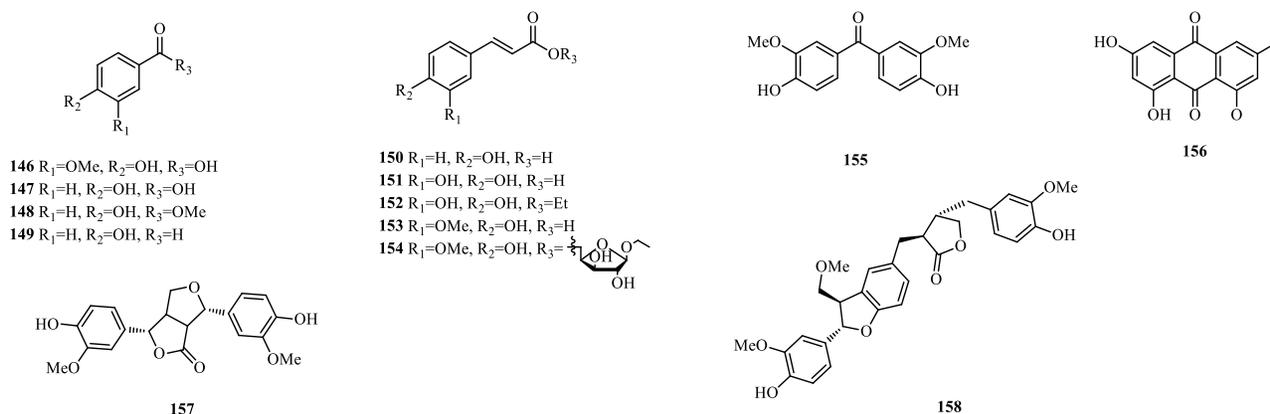


图8 灯心草中酚酸及其衍生物的化学结构

Fig. 8 Chemical structures of phenolic acids and their derivatives in *J. effusus*

表9 灯心草中的其他化合物
Table 9 Other compounds in *J. effusus*

编号	化合物名称	参考文献
159	2,8-dihydroxy-1,7-dimethyl-6-vinyl-10,11-dihydrodibenz[b,f]oxepin	61
160	effusenone A	21,48
161	芸香糖 (rutinose)	18
162	3-羟基-2,5-己二酮 (3-hydroxy-2,5-hexadione)	21
163	4-hydroxy-2,3-dimethyl-2-nonen-4-olide	29
164	3-oxo- α -ionol	35,46
165	5-羟甲基-2-呋喃糠醛 (5-hydroxymethyl-2-furancarboxaldehyde)	31,35,46
166	麦芽酚-3-O- β -D-吡喃葡萄糖苷 (maltol-3-O- β -D-glucopyranoside)	31
167	(<i>E</i>)-pentacos-20-enamide	35,46
168	正十四烷 (<i>n</i> -tetradecane)	59
169	棕榈酸 (hexadecanoic acid)	59
170	棕榈酸乙酯 (hexadecanoic acid ethyl ester)	19

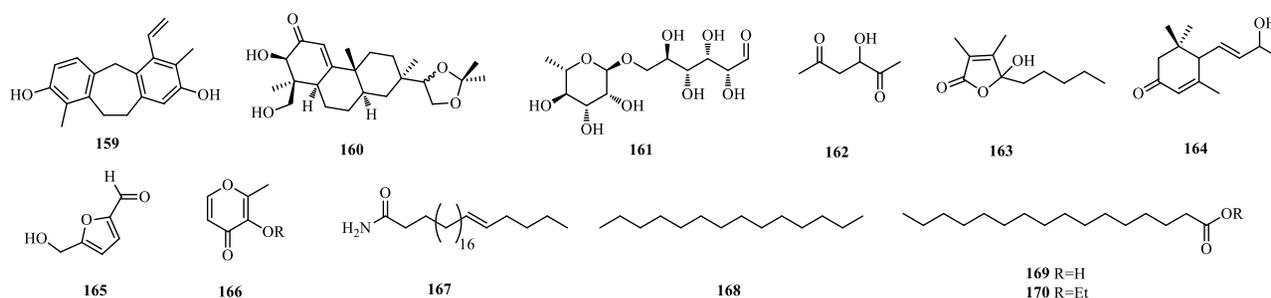


图9 灯心草中其他化合物的化学结构

Fig. 9 Chemical structures of other compounds in *J. effusus*

均具有镇静和抗焦虑活性，其中灯芯草素的活性最为显著。李贵云等^[28]利用成分敲除技术联合高空十字迷宫实验探讨灯心草的抗焦虑作用，明确以厄弗酚、灯芯草酚、去氢厄弗酚（**55**）和去氢灯芯草酚（**56**）为主成分的组分具有抗焦虑作用。在高架十字迷宫实验、旷场实验及转棒实验中，去氢厄弗酚表现出一定的镇静和抗焦虑作用且不影响小鼠的运动协调性^[64]。基于现有研究发现，具有镇静和抗焦虑活性的化合物多为9,10-二氢菲或菲类化合物，表明9,10-二氢菲或菲类化合物可能是灯心草发挥镇静和抗焦虑活性的物质基础。灯心草的镇静和抗焦虑机制尚不明确，可能与灯心草促进 γ -氨基丁酸与 γ -氨基丁酸A型受体结合，使Cl⁻内流增加，引起神经细胞超极化有关。研究发现，厄弗酚、灯芯草酚和juncuenin G（**45**）对5-羟色胺（5-hydroxytryptamine, 5-HT）受体5-HT_{1A}和褪黑素（melatonin, MT）受

体MT₂具有一定的激动作用，表明灯心草不仅具有镇静和抗焦虑作用，同时具有潜在的安眠、抗抑郁作用^[31]。此外，2,7-二羟基-1,8-二甲基-5-乙烯基-9,10-二氢菲（**5**）和2,8-二羟基-1,6-二甲基-5-乙烯基-9,10-二氢菲（**6**）对 β -淀粉样蛋白诱导人神经母细胞瘤SH-SY5Y细胞损伤具有良好的保护作用，表明其对神经细胞有潜在的保护作用^[5]。

2.2 细胞毒性与抗肿瘤

文献报道，9,10-二氢菲类化合物厄弗酚（**1**）对人胃腺癌AGS细胞、人肺癌A549细胞^[23]，5-甲酰基-2,7-羟基-1-甲基-9,10-二氢菲（**21**）和juncuenin E（**43**）对人乳腺癌MCF-7细胞、人宫颈癌HeLa细胞具有明显的抑制增殖作用^[23,41]；菲类化合物去氢厄弗酚（**55**）对AGS细胞、A549细胞，5-(1-methoxyethyl)-1-methyl-phenanthren-2,7-diol（**61**）对MCF-7细胞，去氢厄弗酚（**63**）对人肝癌HepG2细

胞, dehydrojuncuenin H 对 HeLa 细胞、HepG2 细胞具有一定的细胞毒性^[30,46,49]; 菲类二聚体 effususins B (76) 对 HepG2 细胞亦具有一定的细胞毒性, 表明这些物质具有潜在的抗肿瘤活性^[30,46,49]。Chang 等^[66]分析去氢厄弗酚给药前后癌细胞蛋白谱的变化, 通过对蛋白质组数据进行定量通路和关键节点分析, 发现活化转录因子 2 和原癌基因 c-Jun 激酶是其调控信号通路的关键。此外, Ishiuchi 等^[29]研究发现, 厄弗酚、juncuenin B (40)、juncuenin D (42)、去氢厄弗酚、dehydrojuncuenin B (66) 可通过调节天冬氨酸蛋白水解酶-3 诱导小鼠海马神经元细胞 HT₂₂ 凋亡, 具有一定的细胞毒性。Greca 等^[17,38]通过马铃薯切片农杆菌感染实验发现, 厄弗酚、灯心草酚、2,6-二羟基-1,7-二甲基-5-乙炔基-9,10-二氢菲 (4) 和 2,7-二羟基-1,8-二甲基-5-乙炔基-9,10-二氢菲 (5) 具有显著的体外抗白血病活性。基于现有研究发现, 9,10-二氢菲类、菲类和菲类二聚体可能是灯心草发挥细胞毒性或抗肿瘤活性的物质基础; 灯心草细胞毒性及抗肿瘤活性的研究仍停留在体外实验, 其作用机制尚不明确。

2.3 抗氧化

陆风等^[67]研究发现, 灯心草醋酸乙酯提取物的抗氧化活性明显强于石油醚、正丁醇、水和 2,6-二叔丁基二酚提取物, 醋酸乙酯提取物中的 2,7-二羟基-5-羟甲基-1-甲基菲 (64) 具有显著的 2,2-联苯基-1-苦基肼基 (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl, DPPH) 自由基清除活性 (IC₅₀ 值为 5.42 mg/mL)。Choi 等^[68]报道, 灯心草地下部分和髓质部分提取物具有明显的抗氧化活性, 可作为天然抗氧化剂。此外, 研究发现, 厄弗酚和去氢厄弗酚均具有一定的 DPPH 和 2,2-联氮-二(3-乙基-苯并噻唑-6-磺酸)二铵盐[2,2'-azino-bis(3-ethylbenzo-thiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt, ABTS]自由基清除活性, 其中厄弗酚对细胞的保护作用与其对氧自由基的清除活性有关^[23,69]。

2.4 抗炎

灯心草乙醇提取物能显著减少炎症细胞中一氧化氮 (nitric oxide, NO)、前列腺素 E₂、促炎症因子白细胞介素 (interleukin, IL) -1 β 和 IL-6 的释放, 同时抑制诱导型一氧化氮合酶和环氧合酶-2 的表达, 此外还能显著减轻小鼠耳肿胀和足肿胀程度, 提示灯心草具有显著的抗炎活性^[70]。Nishimura 等^[71]通过测定灯心草提取物对脂氧合酶活性、透明质酸

酶活性、活化的巨噬细胞 NO 释放的抑制作用评价其抗炎作用, 结果显示灯心草可抑制脂氧合酶和透明质酸酶活性并抑制 NO 释放, 表明灯心草具有抗炎的潜在用途。菲类二聚体 effususins B 具有与阳性对照药槲皮素相当的抗炎活性 (IC₅₀ 为 7.42 μ mol/L), 是灯心草发挥抗炎活性的物质基础之一, 有望开发为抗炎新药^[30,46,49]。

2.5 抗菌

李红霞等^[47]通过滤纸扩散法测定去氢厄弗酚的抗菌活性, 结果显示其对革兰阳性菌具有一定活性, 对革兰阴性菌活性极弱或无活性。Wang 等^[72]对麦冬、蜂巢、灯心草等 7 味中药的抑菌活性进行研究, 结果表明灯心草对大肠杆菌、金黄色葡萄球菌具有一定的抑菌作用。李昌灵等^[73]研究发现, 灯心草茎和根的 70%乙醇提取物对大肠杆菌、金黄色葡萄球菌和粪肠球菌的抑菌效果均较为显著, 根的提取物比茎的抑菌效果更好。Zhao 等^[40]测定 7-羟基-2-甲氧基-1,6-二甲基-5-乙炔基-9,10-二氢菲 (17)、1-(3,7-dihydroxy-2,8-dimethyl-9,10-dihydrophenanthren-1-yl)ethanone (35) 和 2,7-二羟基-1,6-二甲基-4,5-二氢茚 (97) 的抗菌活性, 其中化合物 17 对 6 种农业病原真菌 (立枯丝核菌、棉花黄萎病菌、核盘菌、赤霉菌、玉米圆斑病菌和寄生疫霉) 和 2 种人类致病菌 (朔氏沙门氏菌、溶壁微球菌) 均具有显著的抗菌活性, 最小抑菌浓度 (minimum inhibitory concentration, MIC) 值为 3.125~25 μ g/mL。此外, Thuerig 等^[74]研究发现, 灯心草醋酸乙酯提取物和去氢厄弗酚对植物病原菌 (霜霉病菌、黑星病菌) 均具有抗菌作用, 去氢厄弗酚的活性更强, 半最大效应浓度 (median effect concentration, EC₅₀) 分别为 18、21 μ g/mL。由此可见, 灯心草不仅可以用于人类的细菌感染, 还具有开发成农药的潜在价值。

2.6 抑藻

Greca 等^[39,60]先后对灯心草分离得到的 7 个 9,10-二氢菲类 (12、13、22~24、26、37), 8 个单甘油酯 (133~135、137、140) 和 4 个二甘油酯 (142~145) 进行抑藻活性研究, 结果显示, 除化合物 26 外的其他 6 个 9,10-二氢菲类化合物均具有较为显著的抑藻活性; 4 个二甘油酯及 4 个单甘油酯 (134、135、137、139) 均无明显抑制活性, 化合物 132、133、136、140 具有较为显著的抑制活性。李红霞^[21]测定化合物 9、55、63 对羊角月牙藻的生长抑制活性, 结果显示化合物 9 无明显活性, 化合物 55、63

具有一定活性。

2.7 其他

灯心草还具有抗口干燥症、抑制破骨细胞形成及抑制有机阴离子转运蛋白 (organ anion transport protein, OAT) OAT1 和 OAT3 的表达等药理活性。Mukudai 等^[75]研究发现, 灯心草提取物对顺式-二氯(乙二胺)-合铂(II)引起的细胞毒性和凋亡有保护作用, 从而缓解患者在化疗导致唾液腺泡细胞损伤

引起的口干燥症状, 这种效应依赖于 p53 通路、蛋白激酶 B 和线粒体凋亡相关蛋白。王鹏等^[76]研究表明, 灯心草可能是通过抑制破骨细胞分化过程中特异性基因的表达来抑制破骨细胞的形成。此外, 研究表明化合物 9、155 是 OAT1 抑制剂, 化合物 9、32、33、36、155 是 OAT3 抑制剂, 提示这些化合物可能介导药物的相互作用^[32]。研究发现的灯心草主要活性成分的药理作用见表 10。

表 10 灯心草主要活性成分的药理作用

Table 10 Pharmacological activities of main active components in *J. effusus*

药理作用	化合物	活性结果	文献
镇静、催眠、抗焦虑、抗抑郁	1、2、45、55、71、74	高架十字迷宫实验中开放臂停留时间比: OT ₁ (5 mg/kg)/OT _{地西洋} (5 mg/kg)=53%, OT ₂ (5 mg/kg)/OT _{地西洋} (5 mg/kg)=61%, OT ₅₅ (2.5 mg/kg)/OT _{地西洋} (2.5 mg/kg)=95%; OT ₇₁ (5 mg/kg)/OT _{地西洋} (5 mg/kg)=56%; OT ₇₄ (2.5 mg/kg)/OT _{地西洋} (2.5 mg/kg)=89%; HEK293 细胞模型: 化合物 1、2、45 的 5-HT _{1A} 受体激动率分别为 65%、71%、64%, MT ₂ 受体激动率分别为 63%、67%、56%	24-25,28,31, 64
神经细胞保护	5、6	β-淀粉样蛋白致 SH-SY5Y 细胞损伤模型: 化合物 5 和 6 的细胞存活率分别为 94%、102%	5
细胞毒性	1、21、40、42、43、55、61、63、66、71、76	MTT 比色法: 化合物 1 对 AGS 细胞、A549 细胞的生长抑制率分别为 20.1%、58.8%, 将 HT ₂₂ 细胞暴露于化合物 1 时 MTT 还原率为 9.9%; 化合物 21 对 MCF-7 细胞、HeLa 细胞的 IC ₅₀ 分别为 9.7、19.6 μmol·L ⁻¹ ; 将 HT ₂₂ 细胞暴露于化合物 40、42 时 MTT 还原率分别为 13.6%、23.7%; 化合物 43 对 MCF-7 细胞、HeLa 细胞的 IC ₅₀ 分别为 21.3、60.5 μmol·L ⁻¹ ; 化合物 55 对 AGS 细胞、A549 细胞的生长抑制率分别为 20.0%、44.9%; 化合物 61 对 MCF-7 细胞的 IC ₅₀ 为 10.87 μmol·L ⁻¹ ; 化合物 63 对 HepG2 细胞的 IC ₅₀ 为 16.45 μmol·L ⁻¹ ; 将 HT ₂₂ 细胞暴露于化合物 66 时 MTT 还原率为 8.4%; 化合物 71 对 HeLa 细胞、HepG2 细胞的 IC ₅₀ 分别为 13.07、12.43 μmol·L ⁻¹ ; 化合物 76 对 HepG2 细胞的 IC ₅₀ 为 12.93 μmol·L ⁻¹	23,29-30,41, 46,49
体外抗白血病	1、2、4、5	马铃薯切片农杆菌感染实验: 化合物 1、2、4、5 的抑制率分别为 20%、80%、80%、85%	17,38
抗氧化	1、55、64	ABTS 自由基清除法测定其抗氧化活性: 化合物 1、55 的 IC ₅₀ 分别为 24、39 μmol·L ⁻¹ ; DPPH 自由基清除法测定其抗氧化活性: 化合物 1、55 的 IC ₅₀ 分别为 79、130 μmol·L ⁻¹ , 化合物 64 的 IC ₅₀ 为 5.42 mg·mL ⁻¹	23,67,69
抗炎	76	脂多糖诱导细胞炎症模型: 化合物 76 的 IC ₅₀ 为 7.42 μmol·L ⁻¹	49
抗菌	17、55	化合物 17 对 立枯丝核菌、棉花黄萎病菌、核盘菌、赤霉菌、玉米圆斑病菌、寄生疫霉、朔氏沙门氏菌、溶壁微球菌的 MIC 分别为 3.125、6.25、6.25、12.5、6.25、6.25、25、12.5 μg·L ⁻¹ ; 化合物 55 对 霜霉病菌、黑星病菌的 EC ₅₀ 分别为 18、21 μg·mL ⁻¹	40,74
抑藻	12、13、22~24、26、37、55、63、132、133、136、140	化合物 12、13、22~24、26、37、55、63、132、133、136、140 对 羊角月牙藻的抑制率分别为 57%、64%、80%、70%、80%、75%、20%、17%、54%、40%、40%、70%、70%	35,39,60
抑制有机阴离子转运体的表达	9、32、33、36、155	化合物 9、32、33、36、155 对 OAT3 的 IC ₅₀ 分别为 1.3、1.1、2.8、1.1、2.3 μmol·L ⁻¹ ; 化合物 36、155 对的 OAT1 的 IC ₅₀ 分别为 4.4、3.5 μmol·L ⁻¹	32

3 临床应用

3.1 治疗带状疱疹

带状疱疹是由水痘-带状疱疹病毒引起的急性感染性皮肤病，神经痛为本病特征之一；灯心草对带状疱疹具有良好的临床疗效。多项研究表明，灯心草可使疱疹干燥结痂、脱落，使患者疼痛减轻或消失，总有效率高，其优势在于有效减少后遗症性神经痛的发生^[11,77-80]。灯心草兼具抗病毒、止痛功效，其治疗带状疱疹的临床效果显著，安全性较好，值得临床推广应用。

3.2 治疗甲状腺功能亢进

朱红梅等^[81]探讨灯心草灸治疗甲状腺机能亢进症的临床疗效，将200例患者随机分为治疗组（灯心草灸疗法）和对照组（口服他巴唑），结果显示，两组均能升高环磷酸腺苷水平，降低环磷酸鸟苷水平，治疗组在降低血液黏度方面优于对照组，表明灯心草在治疗甲状腺机能亢进症方面具有较好的临床疗效；中医理论认为灯心草灸治疗甲亢疗效的机制是通过灯心火对皮肤的温热刺激，借助经络的传导作用，起到“外惹内效”之功，以疏通经脉，调和气血，调整脏腑的阴阳平衡，促进机体功能活动恢复正常，从而抑制甲状腺激素分泌、阻断甲状腺激素吸收，达到治疗甲亢的目的^[82]。

3.3 治疗流行性腮腺炎

高维水^[83]根据《内经》的“火郁发之”之理而为，运用灯心草灸角孙穴治疗流行性腮腺炎200例，治愈170例，好转26例，总有效率为98%，未发现任何不良反应。结果表明，灯心草治疗该病的临床疗效显著，该疗法方法简便、疗效好、疗程短、安全性高，值得临床推广使用。宋霞^[84]采用灯心草点灸耳尖穴配全蝎和板蓝根治疗腮腺炎95例，治愈率达100%，其中灯心草灸耳尖穴发挥疏风清热、解毒消肿、通络止痛的功效。

3.4 治疗其他疾病

灯心草的临床应用广泛，除可用于治疗上述疾病外，对呕吐、腹泻、顽固性口腔溃疡、扁桃体炎、流行性出血热急性肾衰、沙眼等疾病临床疗效显著，值得推广^[13,85-90]。

4 结语与展望

灯心草作为我国传统的中药，应用历史悠久，疗效确切，具有广阔的开发利用价值。目前，国内外研究者对灯心草的化学成分、药理作用及其临床应用做了大量的研究工作。从灯心草中共分离鉴定

了170个化合物，主要包括9,10-二氢菲类（54个）、菲类（19个）、菲类二聚体（17个）、甘油酯类（14个）、黄酮类（12个）、三萜及甾体类（22个），其中9,10-二氢菲类、菲类、菲类二聚体是灯心草重要的活性成分群。根据现有研究结果分析，灯心草具有镇静、抗焦虑、抗氧化、抗癌、抑菌、抗炎、抑藻等生物活性，临床上常以其单方或组方用于各类炎症、带状疱疹、甲状腺功能亢进、胃肠道症状、失眠多梦及口舌生疮的治疗。

然而国内外对灯心草的研究多集中于镇静、抗焦虑、抑藻及肿瘤细胞毒性，对其他方面活性的研究较少，并且对灯心草药理活性的研究多停留于体外实验，体内过程、构效关系及作用机制不明确；对于活性显著的化合物，少有进一步的药理、毒理及药动学研究。临床应用上，灯心草的给药方式多为灸法或外敷，给药方式单一，在体内的有效性和安全性有待进一步验证。因此，未来有必要系统开展灯心草的药理活性、毒理作用、药动学及新剂型等研究，进一步明确其活性成分及作用机制，促进灯心草的产品开发和临床应用。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] 吴栋, 孙彩玲. 中药灯心草的中药学研究概况 [J]. 中国实用医药, 2015, 10(14): 288-289.
- [2] 贾敏如, 李星炜. 中国民族药志要 [M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2005: 355-356.
- [3] 吴国芳. 中国灯心草属植物的研究 [J]. 植物分类学报, 1994, 32(5): 433-466.
- [4] 中国药典 [S]. 一部. 2020: 153-154.
- [5] 肖方. 三种药用植物的化学成分和生物活性研究 [D]. 上海: 中国科学院上海药物研究所, 2016.
- [6] 王永刚. 灯心草镇静作用的物质基础研究 [D]. 北京: 北京中医药大学, 2007.
- [7] 金东哲, 闵知大, 孔令义, 等. 灯心草科植物中的二萜成分 [J]. 国外医药: 植物药分册, 1995, 10(5): 208-211.
- [8] 杨立波. 关于中药灯心草的中药学研究 [J]. 智慧健康, 2017, 3(14): 109-110.
- [9] 邹敏. 中药灯心草的中药学问题初探 [J]. 健康之路, 2018, 17(10): 313.
- [10] 陈玉, 杨光忠. 灯心草属植物菲类化合物结构和生物活性的研究进展 [J]. 天然产物研究与开发, 2005, 17(4): 505-507.
- [11] 邱琦文, 黄丽葵, 邹燕琴. 灯心草局部点灸治疗带状疱疹28例 [J]. 中国中医药科技, 2013, 20(4): 433-434.
- [12] 朱红梅, 吴飞. 壮医灯心草灸治疗甲状腺功能亢进症

- 临床研究 [J]. 中国中医药信息杂志, 2010, 17(11): 75-76.
- [13] 马跃东. 灯心草药灸治疗肩周炎 [J]. 中国针灸, 2004, 24(9): 644.
- [14] Bhattacharyya J. Structure of effusol: A new phenolic constituent from *Juncus effusus* [J]. *Experientia*, 1980, 36(1): 27-28.
- [15] Mody N V, Mahmoud I I, Finer-Moore J, et al. Constituents of *Juncus effusus*: The X-ray analysis of effusol diacetate [J]. *J Nat Prod*, 1982, 45(6): 733-737.
- [16] Shima K, Toyota M, Asakawa Y. Phenanthrene derivatives from the medullae of *Juncus effusus* [J]. *Phytochemistry*, 1991, 30(9): 3149-3151.
- [17] Greca M D, Fiorentino A, Mangoni L, et al. 9,10-dihydrophenanthrene metabolites from *Juncus effusus* L. [J]. *Tetrahedron Lett*, 1992, 33(36): 5257-5260.
- [18] Jin D Z, Min Z D, Chiou G C Y, et al. Two *p*-coumaroyl glycerides from *Juncus effusus* [J]. *Phytochemistry*, 1996, 41(2): 545-547.
- [19] 王衍龙, 张硕峰, 李梢, 等. 灯心草镇静作用活性部位的化学成分研究 [A] // 2006 第六届中国药学会学术年会论文集 [C]. 广州: 中国药学会, 2006: 2611-2620.
- [20] 田学军, 李红霞, 陈玉, 等. 灯心草化学成分的研究(II) [J]. 时珍国医国药, 2007, 18(9): 2121-2122.
- [21] 李红霞. 灯心草的化学成分与生物活性研究 [D]. 武汉: 中南民族大学, 2007.
- [22] 王杨, 黄建梅, 段天璇, 等. 灯心草中菲类化合物的研究 [A] // 第十一届全国青年药理学工作者最新科研成果交流会论文集 [C]. 杭州: 中国药学会, 2012: 786-792.
- [23] Kim Y J, Park C I, Park J S, et al. Antioxidant and cytotoxic activity of compounds from the stem of *Juncus effusus* [J]. *J Appl Biol Chem*, 2014, 57(1): 47-51.
- [24] Wang Y G, Wang Y L, Zhai H F, et al. Phenanthrenes from *Juncus effusus* with anxiolytic and sedative activities [J]. *Nat Prod Res*, 2012, 26(13): 1234-1239.
- [25] Wang Y, Li G Y, Fu Q, et al. Two new anxiolytic phenanthrenes found in the medullae of *Juncus effusus* [J]. *Nat Prod Commun*, 2014, 9(8): 1177-1178.
- [26] 孙璐, 徐多多, 江美芳, 等. 灯心草及野灯心草不同部位菲类成分比较 [A] // 中华中医药学会第七次中药分析学术交流会论文集 [C]. 广州: 中华中医药学会, 2014: 51-52.
- [27] 李贵云, 陈泽蔓, 王小红, 等. 高速逆流色谱法分离纯化灯心草的四个菲类化合物 [J]. 天然产物研究与开发, 2014, 26(8): 1248-1251.
- [28] 李贵云, 王小红, 杨立华, 等. 基于成分敲除技术辨识灯心草抗焦虑的主要有效成分 [J]. 中草药, 2014, 45(6): 825-827.
- [29] Ishiuchi K, Kosuge Y, Hamagami H, et al. Chemical constituents isolated from *Juncus effusus* induce cytotoxicity in HT₂₂ cells [J]. *J Nat Med*, 2015, 69(3): 421-426.
- [30] Ma W, Zhang Y, Ding Y Y, et al. Cytotoxic and anti-inflammatory activities of phenanthrenes from the medullae of *Juncus effusus* L [J]. *Arch Pharm Res*, 2016, 39(2): 154-160.
- [31] 杨通华, 耿长安, 黄晓燕, 等. LC-MS 导向分离灯心草中激动 5-HT_{1A} 和 MT₂ 受体的活性成分 [J]. 天然产物研究与开发, 2016, 28(9): 1343-1350.
- [32] Li X, Qiao Y L, Wang X, et al. Dihydrophenanthrenes from *Juncus effusus* as inhibitors of OAT1 and OAT3 [J]. *J Nat Prod*, 2019, 82(4): 832-839.
- [33] 赵丹丹, 黄建梅, 王杨, 等. 高效液相色谱-电喷雾质谱联用法分析灯心草中菲类化合物 [A] // 中华中医药学会中药分析分会第五届学术交流会论文集 [C]. 沈阳: 中华中医药学会, 2012: 158-163.
- [34] 赵丹丹, 李贵云, 王小红, 等. 灯心草及野灯心草中菲类成分的 LC-ESI-MS 快速识别及鉴定 [J]. 中草药, 2013, 44(12): 1539-1545.
- [35] 马伟. 灯心草的化学成分研究及其抗肿瘤和抗炎活性 [D]. 合肥: 安徽医科大学, 2015.
- [36] 杨光忠, 李红霞, 陈玉, 等. 灯心草酚性成分的分离与结构鉴定 [A] // 第六届全国药用植物和植物药学术研讨会论文集 [C]. 长春: 中国植物学会, 2006: 271-274.
- [37] 李红霞, 邓铁忠, 陈玉, 等. 灯心草酚性成分的分离与结构鉴定 [J]. 药学学报, 2007, 42(2): 174-178.
- [38] Greca M D, Fiorentino A, Mangoni L, et al. Cytotoxic 9, 10-dihydrophenanthrenes from *Juncus effusus* L. [J]. *Tetrahedron*, 1993, 49(16): 3425-3432.
- [39] Greca M D, Monaco P, Previtera L, et al. Minor bioactive dihydrophenanthrenes from *Juncus effusus* [J]. *J Nat Prod*, 1997, 60(12): 1265-1268.
- [40] Zhao W, Xu L L, Zhang X, et al. Three new phenanthrenes with antimicrobial activities from the aerial parts of *Juncus effusus* [J]. *Fitoterapia*, 2018, 130: 247-250.
- [41] Su X H, Yuan Z P, Li C Y, et al. Phenanthrenes from *Juncus effusus* [J]. *Planta Med*, 2013, 79(15): 1447-1452.
- [42] Greca M D, Fiorentino A, Monaco P, et al. Effusides I-V: 9,10-dihydrophenanthrene glucosides from *Juncus effusus* [J]. *Phytochemistry*, 1995, 40(2): 533-535.
- [43] 张雪琴, 赵庭梅, 刘静, 等. 石斛化学成分及药理作用研究进展 [J]. 中草药, 2018, 49(13): 3174-3182.
- [44] 陶阿丽, 金耀东, 刘金旗, 等. 中药白芨化学成分、药理作用及临床应用研究进展 [J]. 江苏农业科学, 2013, 41(11): 6-9.
- [45] 付茜, 王勤辉, 孙璐, 等. 响应面法优化超声提取灯心

- 草中去氢厄弗酚的工艺 [J]. 西北药学杂志, 2015, 30(4): 331-334.
- [46] Wei M, Feng L, Yue Z, *et al.* Cytotoxic and Anti-inflammatory constituents from *Juncus effusus* [J]. *J Mex Chem Soc*, 2017, 60(2): 83-88.
- [47] 李红霞, 钟芳芳, 陈玉, 等. 灯心草抗菌活性成分的研究 [J]. 华中师范大学学报: 自然科学版, 2006, 40(2): 205-208.
- [48] Yang G Z, Li H X, Song F J, *et al.* Diterpenoid and phenolic compounds from *Juncus effusus* L. [J]. *Helv Chim Acta*, 2007, 90(7): 1289-1295.
- [49] Ma W, Liu F, Ding Y Y, *et al.* Four new phenanthrenoid dimers from *Juncus effusus* L. with cytotoxic and anti-inflammatory activities [J]. *Fitoterapia*, 2015, 105: 83-88.
- [50] Xiao F, Li Q, Tang C P, *et al.* Two new phenanthrenoid dimers from *Juncus effusus* [J]. *Chin Chem Lett*, 2016, 27(11): 1721-1724.
- [51] Greca M D, Fiorentino A, Monaco P, *et al.* Tetrahydropyrene glucosides from *Juncus effusus* [J]. *Nat Prod Lett*, 1995, 7(2): 85-92.
- [52] 陈玉, 李红霞, 杨光忠. 灯心草萜类化合物分离与结构鉴定 [A] // 第六届全国药用植物和植物药学术研讨会论文集 [C]. 长春: 中国植物学会, 2006: 276-278.
- [53] Ibrahim M, Hussain I, Imran M, *et al.* Corniculatin A, a new flavonoidal glucoside from *Oxalis corniculata* [J]. *Revista Brasileira De Farmacognosia*, 2013, 23(4): 630-634.
- [54] 张宝, 彭潇, 何燕玲, 等. 酢浆草的化学成分研究 [J]. 中药材, 2018, 41(8): 1883-1886.
- [55] Loi V D, Nga D T Q, Huong D T M, *et al.* Compounds isolated from the ethyl acetate fraction of the aerial parts of *Oxalis corniculata* L. [J]. *Med Pharm Sci*, 2018, 34(1): 48-53.
- [56] Greca M D, Fiorentino A, Monaco P, *et al.* Juncoside I, a new cycloartanellactone glucoside from *Juncus effusus* [J]. *Nat Prod Lett*, 1994, 4(3): 183-188.
- [57] Corsaro M M, Della Greca M, Fiorentino A, *et al.* Cycloartane glucosides from *Juncus effusus* [J]. *Phytochemistry*, 1994, 37(2): 515-519.
- [58] Greca M D, Fiorentino A, Monaco P, *et al.* Cycloartane triterpenes from *Juncus effusus* [J]. *Phytochemistry*, 1994, 35(4): 1017-1022.
- [59] 单承莺, 叶永浩, 姜洪芳, 等. 灯心草化学成分研究 [J]. 中药材, 2008, 31(3): 374-376.
- [60] Greca M D, Fiorentino A, Monaco P, *et al.* Antialgal phenylpropane glycerides from *Juncus effusus* [J]. *Nat Prod Lett*, 1998, 12(4): 263-270.
- [61] Greca M D, Fiorentino A, Molinaro A, *et al.* A bioactive dihydrodibenzoxepin from *Juncus effusus* [J]. *Phytochemistry*, 1993, 34(4): 1182-1184.
- [62] 岳莉莉, 柏光泽. 抑郁症与焦虑障碍的研究现状 [J]. 医学综述, 2013, 19(6): 1069-1072.
- [63] 王衍龙, 黄建梅, 张硕峰, 等. 灯心草镇静作用活性部位的研究 [J]. 北京中医药大学学报, 2006, 29(3): 181-183.
- [64] Liao Y J, Zhai H F, Zhang B, *et al.* Anxiolytic and sedative effects of dehydroeffusol from *Juncus effusus* in mice [J]. *Planta Med*, 2011, 77(5): 416-420.
- [65] Singhuber J, Baburin I, Khom S, *et al.* GABA(A) receptor modulators from the Chinese herbal drug *Junci Medulla*: The pith of *Juncus effusus* [J]. *Planta Med*, 2012, 78(5): 455-458.
- [66] Chang I S, Sy L K, Cao B, *et al.* Shotgun proteomics and quantitative pathway analysis of the mechanisms of action of dehydroeffusol, a bioactive phytochemical with anticancer activity from *Juncus effusus* [J]. *J Proteome Res*, 2018, 17(7): 2470-2479.
- [67] 陆风, 沈建玲. 灯心草抗氧化活性成分研究 [J]. 中国民族民间医药, 2008, 17(8): 28-30.
- [68] Choi C H, Won D H, Hwang J P, *et al.* Antioxidative effect of extracts from different parts of *Juncus effusus* L. [J]. *J Soc Cosmet Sci Korea*, 2012, 38(3): 275-282.
- [69] Park S N, Won D H, Hwang J P, *et al.* Cellular protective effects of dehydroeffusol isolated from *Juncus effusus* L. and the mechanisms underlying these effects [J]. *J Ind Eng Chem*, 2014, 20(5): 3046-3052.
- [70] Park N Y, Kim S G, Park H H, *et al.* Anti-inflammatory effects of *Juncus effusus* extract (JEE) on LPS-stimulated RAW 264.7 cells and edema models [J]. *Pharm Biol*, 2016, 54(2): 243-250.
- [71] Nishimura T, Kabata K, Koike A, *et al.* *In vitro* anti-inflammatory effects of edible igusa soft rush (*Juncus effusus* L.) on lipoxigenase, hyaluronidase, and cellular nitric oxide generation assays: Comparison with *Matcha* green tea (*Camellia sinensis* L.) [J]. *Food Sci Technol Res*, 2016, 22(3): 395-402.
- [72] Wang W, Jiang H F, Wu Z W, *et al.* Study on the bacteriostatic effects of 7 kinds of Chinese herbal medicines such as *Ophiopogon japonicus* and comb [J]. *J Agr Sci Tech*, 2016, 17(11): 2560-2563.
- [73] 李昌灵, 李飞, 谌健. 灯心草提取物的体外抑菌效果研究 [J]. 怀化学院学报, 2017, 36(5): 5-8.
- [74] Thuerig B, Ramseyer J, Hamburger M, *et al.* Efficacy of a *Juncus effusus* extract on grapevine and apple plants against *Plasmopara viticola* and *Venturia inaequalis*, and identification of the major active constituent [J]. *Pest Manag Sci*, 2016, 72(9): 1718-1726.

- [75] Mukudai Y, Kondo S, Shiogama S, *et al.* Root bark extracts of *Juncus effusus* and *Paeonia suffruticosa* protect salivary gland acinar cells from apoptotic cell death induced by cisplatinum (II) diammine dichloride [J]. *Oncol Rep*, 2013, 30(6): 2665-2671.
- [76] 王鹏, 郭狄, 陈利华, 等. 灯心草抑制 RANKL 诱导的破骨细胞形成 [J]. 天津医药, 2018, 46(6): 624-628.
- [77] 史兴忠, 许建峰. 灯心草灸治疗带状疱疹的临床观察 [J]. 宁夏医学杂志, 2013, 35(8): 754-755.
- [78] 郑於敏, 蒋冀安. 针刺配合灯心草灸治疗带状疱疹 [J]. 现代中西医结合杂志, 1999, 8(4): 608-609.
- [79] 胡卡明, 王承平. 灯草灸治疗带状疱疹的临床报道附: 65 例病例报告 [J]. 成都中医药大学学报, 2000, 23(1): 33-34.
- [80] 刘海鹏. 中药龙胆泻肝汤联合灯心草灸治疗带状疱疹临床疗效观察 [J]. 世界最新医学信息文摘, 2017, 17(24): 1-2.
- [81] 朱红梅, 黄鑫, 柏春晖. 壮医灯心草灸治疗甲亢的规范临床应用研究 [J]. 中国民族医药杂志, 2012, 18(6): 33-34.
- [82] 朱红梅. 壮医灯心草灸治疗甲亢疗效机理研究 [J]. 中国民族医药杂志, 2013, 19(3): 7-8.
- [83] 高维水. 灯心草灸角孙穴治疗流行性腮腺炎 200 例 [J]. 山西中医, 1999, 15(1): 54.
- [84] 宋霞. 灯心草点灸耳尖穴配中药治疗腮腺炎 95 例 [J]. 针灸临床杂志, 2003, 19(9): 41.
- [85] 张敬之, 葛康康, 金红兰. 灯心草治疗顽固性口腔溃疡 120 例临床观察 [J]. 浙江中医杂志, 2018, 53(11): 807.
- [86] 刘国政. 灯心草灸治疗婴儿腹泻 41 例 [J]. 新中医, 1994, 26(7): 39.
- [87] 黄建平. 灯心草外敷下腹治疗流行性出血热急性肾衰 20 例 [J]. 临床医学, 1988, 8(4): 188.
- [88] 高正山. 灯心草灸治疗沙眼 [J]. 山东医刊, 1996, (3): 45.
- [89] 陈美秀. 灯心草火灸治疗急性扁桃体炎 316 例报告 [J]. 新中医, 1977, 9(2): 35-36.
- [90] 苏仁强, 王朝阳, 焦杨. 灯火灸临床经验辑要 [J]. 湖北中医杂志, 2014, 36(2): 71-72.

[责任编辑 崔艳丽]