

中药灯盏花质量研究应用进展及问题思考

邓丹华¹, 晏润文², 罗艳秋³, 徐士奎^{2*}

¹昆明医科大学药学院暨云南省天然药物药理重点实验室, 云南 昆明

²云南省食品药品监督检验研究院, 云南 昆明

³云南中医药大学民族医药学院, 云南 昆明

收稿日期: 2026年4月24日; 录用日期: 2026年5月21日; 发布日期: 2026年5月28日

摘要

灯盏花作为重点开发的天然药物之一, 具有丰富的药理活性, 在临床上被广泛应用于疾病的治疗。现代分析技术的发展为中医药研究提供了重要手段, 也成为突破中医药发展瓶颈的关键路径。建立可靠、准确、全面的质量控制方法, 以保证灯盏花中药材质量的稳定性和安全性, 是产业发展关注的焦点。文章概述了目前灯盏花中已发现的化学成分及其在质量分析中的应用现状与存在问题, 旨在为灯盏花的深入研究奠定基础。

关键词

灯盏细辛, 超高效液相色谱-串联质谱法, 多成分分析, 含量测定, 质量控制

Advances in Quality Research and Application of Traditional Chinese Medicine *Erigeron breviscapus* and Reflections on Current Issues

Danhua Deng¹, Runwen Yan², Yanqiu Luo³, Shikui Xu^{2*}

¹School of Pharmaceutical Sciences & Yunnan Key Laboratory of Pharmacology for Natural Products, Kunming Medical University, Kunming Yunnan

²Yunnan Food and Drug Control Institute, Kunming Yunnan

³School of Ethnomedicine, Yunnan University of Chinese Medicine, Kunming Yunnan

Received: April 24, 2026; accepted: May 21, 2026; published: May 28, 2026

*通讯作者。

文章引用: 邓丹华, 晏润文, 罗艳秋, 徐士奎. 中药灯盏花质量研究应用进展及问题思考[J]. 药物资讯, 2026, 15(3): 223-233. DOI: 10.12677/pi.2026.153025

Abstract

As one of the key natural medicines under development, *Erigeron breviscapus* possesses rich pharmacological activities and has been widely used in clinical disease treatments. The advancement of modern analytical technologies has provided essential tools for traditional Chinese medicine (TCM) research and has become a critical pathway to overcome the developmental bottlenecks of TCM. The focus of industrial development lies in ensuring the stability and safety of *E. breviscapus* medicinal materials by establishing reliable, accurate, and comprehensive quality control methods. This paper summarizes the chemical constituents identified to date in *E. breviscapus*, as well as the current status and challenges in their application for quality analysis, aiming to lay a foundation for further in-depth research on this herb.

Keywords

Erigeron breviscapus, Ultra-High Performance Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry (UPLC-MS/MS), Multi-Component Analysis, Content Determination, Quality Control

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

灯盏花(*Erigeron breviscapus* (Vant.) Hand.-Mazz.), 又名灯盏细辛, 为菊科植物短葶飞蓬属, 全草可入药[1], 主要分布于我国西部及西南部海拔 1200~3500 米的中山和亚高山开阔的山坡草地和林缘地区, 以云南地区最多, 占全国资源总量的 97%。灯盏花在少数民族地区作为民间用药被广泛使用长达六百余年, 具有发表散寒、健脾消积、祛风除湿和消炎止痛的功效。其药理活性丰富, 具有改善心脑血管缺血、抑制血小板聚集、抗血栓形成、改善微循环、促智和视神经保护、抗炎、清除自由基、抗氧化等作用[2]。为了更好地开展灯盏花质量控制和评价研究, 促进灯盏花中药材更加高质量发展, 本文概述了灯盏花中药材的化学成分分析及质量控制技术的应用现状与存在问题, 以期对灯盏花乃至民族医药的进一步研究奠定基础。

2. 化学成分研究

目前, 从灯盏花中药材中提取出来的化学成分数量众多, 主要有黄酮类、咖啡酰类、挥发油类、香豆素类和其它类化合物, 详见表 1。

Table 1. Chemical constituents extracted from *Erigeron breviscapus*

表 1. 灯盏花中提取的化学成分

序号	化合物名称	化学式	分子量	类别	文献
1	芹菜素(5,7,4'-三羟基黄酮)	C ₁₅ H ₁₀ O ₅	270	黄酮类	[3]-[9]
2	山柰酚	C ₁₅ H ₁₀ O ₆	286	黄酮类	[3] [10]
3	槲皮素	C ₁₅ H ₁₀ O ₇	302	黄酮类	[3]
4	木犀草素	C ₁₅ H ₁₀ O ₆	286	黄酮类	[3] [6] [7]

续表

5	4'-羟基黄芩素	C ₁₅ H ₁₀ O ₆	286	黄酮类	[3]
6	5,6,4'-三羟基黄酮-7-O-β-D-半乳糖醛酸苷	C ₂₁ H ₁₈ O ₁₂	462	黄酮类	[11] [12]
7	灯盏乙素(野黄芩苷, 4'-羟基黄芩素-7-O-葡萄糖醛酸苷)	C ₂₁ H ₁₈ O ₁₂	462	黄酮类	[7] [11] [12]
8	灯盏甲素(芹菜素-7-O-葡萄糖醛酸苷)	C ₂₁ H ₁₈ O ₁₁	446	黄酮类	[8] [12] [13]
9	黄芩素-7-O-β-D-吡喃葡萄糖苷	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₀	432	黄酮类	[12]
10	芹菜素-7-β-D-葡萄糖苷(大波斯菊苷)	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₀	432	黄酮类	[4] [10]
11	4'-羟基黄芩素-7-β-D-葡萄糖 1(车前苷)	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₁	448	黄酮类	[13]
12	黄芩苷	C ₂₁ H ₁₈ O ₁₁	446	黄酮类	[4] [11]
13	5,4'-二羟基黄酮-7-O-β-D-吡喃葡萄糖醛酸丁酯	C ₂₅ H ₂₆ O ₁₁	502	黄酮类	[14]
14	染料木素(5,7,4'-三羟基异黄酮)	C ₁₅ H ₁₀ O ₅	270	黄酮类	[15]
15	3',4'-二甲氧基槲皮素	C ₁₇ H ₁₄ O ₇	330	黄酮类	[15]
16	6-羟基芹菜素-6-O-葡萄糖-7-O-葡萄糖醛酸苷	C ₂₇ H ₂₈ O ₁₇	624	黄酮类	[5]
17	5,7,8,3',4',5'-六羟基黄酮-7-O-葡萄糖醛酸苷	C ₂₁ H ₁₈ O ₁₄	494	黄酮类	[5]
18	5,6,7,3',4'-五羟基黄酮-7-O-葡萄糖醛酸苷	C ₂₁ H ₁₈ O ₁₃	478	黄酮类	[5]
19	Patuletin-3-O-葡萄糖醛酸苷	C ₂₂ H ₂₀ O ₁₄	508	黄酮类	[5]
20~21	甲氧基灯盏乙素、异鼠李素-7-O-葡萄糖醛酸苷	C ₂₂ H ₂₀ O ₁₃	492	黄酮类	[5]
22	香叶木素-7-O-葡萄糖醛酸苷	C ₂₂ H ₂₀ O ₁₂	476	黄酮类	[5] [7]
23	野黄芩素	C ₁₅ H ₁₀ O ₆	286	黄酮类	[5] [7] [8]
24	灯盏乙素甲酯	C ₂₂ H ₂₀ O ₁₂	476	黄酮类	[5] [16]
25	灯盏乙素乙酯	C ₂₃ H ₂₂ O ₁₂	490	黄酮类	[5]
26	槲皮素-3-O-β-D-葡萄糖苷(异槲皮苷)	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₂	464	黄酮类	[17]
27	柚皮素	C ₁₅ H ₁₂ O ₅	272	黄酮类	[17]
28	芹菜素-6,8-二-C-葡萄糖苷	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₅	594	黄酮类	[7]
29	野黄芩素-7-O-葡萄糖苷	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₁	448	黄酮类	[7]
30	芹菜素-7-O-葡萄糖醛酸苷	C ₂₁ H ₁₈ O ₁₁	446	黄酮类	[7] [10]
31	香木叶素	C ₁₆ H ₁₂ O ₆	300	黄酮类	[7]
32~33	槲皮素-7-O-葡萄糖醛酸苷、6-羟基山柰酚-7-O-β-D-吡喃	C ₂₁ H ₁₈ O ₁₃	478	黄酮类	[7]
34	3,5,6,4'-四羟基-7-甲氧基黄酮	C ₁₆ H ₁₂ O ₇	316	黄酮类	[9]
35	3-羟基黄芩素	C ₁₅ H ₁₀ O ₇	302	黄酮类	[9]
36	黄芩素	C ₁₅ H ₁₀ O ₆	286	黄酮类	[9]
37	5,7,4'-三羟基双氢黄酮	C ₁₅ H ₁₂ O ₅	272	黄酮类	[9]
38	5,6,4'-三羟基黄酮-7-O-β-D-吡喃葡萄糖醛酸乙酯	C ₂₃ H ₂₂ O ₁₂	490	黄酮类	[10]
39	3-O-咖啡酰-γ-奎尼内酯	C ₁₆ H ₁₆ O ₈	336	咖啡酰类	[17]
40~45	3,5-diCQA、3,4-diCQA、4,5-diCQA、1,3-diCQA、1,5-diCQA、1,4-diCQA	C ₂₅ H ₂₄ O ₁₂	516	咖啡酰类	[7] [17] [18]
46~49	3-CQA、4-CQA、1-CQA、5-CQA	C ₁₆ H ₁₈ O ₉	354	咖啡酰类	[7] [17] [18]

续表

50~52	1,3,5-TriCQA、3,4,5-TriCQA、1,4,5-TriCQA	C ₃₄ H ₃₀ O ₁₅	678	咖啡酰类	[7] [18]
53	Erigoster A	C ₂₇ H ₂₆ O ₁₃	558	咖啡酰类	[7] [19]
54	3,4-O-二咖啡酰奎宁酸甲酯、3,5-O-二咖啡酰奎宁酸甲酯	C ₂₆ H ₂₆ O ₁₂	530	咖啡酰类	[19]
56	飞蓬酯乙	C ₂₆ H ₂₄ O ₁₃	544	咖啡酰类	[7] [18]
57	1-O-甲基-3, 5-O-双咖啡酰基奎宁酸甲酯	C ₂₇ H ₂₈ O ₁₂	544	咖啡酰类	[20]
58	5-O-咖啡酰基奎宁酸丁酯	C ₂₀ H ₂₆ O ₉	410	咖啡酰类	[20]
59	咖啡酸甲酯	C ₁₀ H ₁₀ O ₄	194	咖啡酰类	[21]
60~61	(1R,3R)-二羟基-(4S,5R)-二咖啡酰氧基环己甲酸甲酯、 1,4-二羟基(3R,5R)-二咖啡酰氧基环己甲酸甲酯	C ₂₆ H ₂₇ O ₁₂	531	咖啡酰类	[22]
62	咖啡酸乙酯	C ₁₁ H ₁₂ O ₄	208	咖啡酰类	[23]
63	咖啡酸	C ₉ H ₈ O ₄	180	咖啡酰类	[18] [24]
64	5-CQA glucoside	C ₂₂ H ₂₈ O ₁₄	516	咖啡酰类	[18]
65~67	3-CDOA、4-CDOA、9-CDOA、	C ₁₇ H ₁₈ O ₁₀	382	咖啡酰类	[18]
68~69	3,9-DiCOA、4,9-DiCOA	C ₂₆ H ₂₄ O ₁₄	560	咖啡酰类	[18]
70	3,4,9-TriCOA	C ₃₅ H ₃₀ O ₁₇	722	咖啡酰类	[18]
71	3,4,9-TriCDOA	C ₃₅ H ₃₀ O ₁₆	706	咖啡酰类	[18]
72~75	1,5-DiCQA glucoside、3,4-DiCQA glucoside、 3,5-DiCQA glucoside、3,9-DiCQA glucoside	C ₃₁ H ₃₄ O ₁₇	678	咖啡酰类	[18]
76~77	1-Malonyl-3,5-diCQA、4-Malonyl-3,5-diCQA	C ₂₈ H ₂₆ O ₁₅	602	咖啡酰类	[18]
78	4-Malonyl-1,3,5-triCQA	C ₃₇ H ₃₂ O ₁₈	764	咖啡酰类	[18]
79	Acetyl-di-CQA	C ₂₇ H ₂₆ O ₁₃	558	咖啡酰类	[18]
80	6-甲氧基香豆素-7-O-β-D-吡喃葡萄糖苷	C ₁₆ H ₁₈ O ₉	354	香豆素类	[18]
81	七叶树苷	C ₁₅ H ₁₆ O ₉	340	香豆素类	[24]
82~83	茛菪亭(6-甲氧基-7-羟基香豆素)、异茛菪亭(6-羟基-7-甲氧基香豆素)	C ₁₀ H ₈ O ₄	192	香豆素类	[23]
84	东茛菪苷	C ₁₆ H ₁₈ O ₉	354	香豆素类	[16]
85	(1,7,7-三甲基降冰片烷-2-YL)乙酸	C ₂₁ H ₂₀ O ₂	304	挥发油类	[25]
86	2-甲基丙烯酸	C ₁₆ H ₃₄	226	挥发油类	[25]
87	4-烯丙基苯甲醚	C ₁₀ H ₁₂ O	148	挥发油类	[25]
88	2-异丙基-5-甲基茴香醚	C ₁₁ H ₁₆ O	164	挥发油类	[25]
89	茴香脑	C ₁₀ H ₁₂ O	148	挥发油类	[25]
90	苯甲醛	C ₇ H ₆ O	106	挥发油类	[25]
91	苯乙醛	C ₈ H ₈ O	120	挥发油类	[25]
92	2-甲基-4-(2,6,6-三甲基-1-环己烯基)-丁-3-烯醛	C ₁₄ H ₂₂ O	206	挥发油类	[25]
93	对甲基苯异丙醇	C ₁₀ H ₁₄ O	150	挥发油类	[25]
94	桃金娘烷醇	C ₁₀ H ₁₈ O	154	挥发油类	[25]
95~96	柏木脑、百秋李醇	C ₁₅ H ₂₆ O	222	挥发油类	[25]

续表

97	3-烯丙基-6-甲氧基苯酚	C ₁₀ H ₁₂ O ₂	164	挥发油类	[25]
98	丹皮酚	C ₉ H ₁₀ O ₃	166	挥发油类	[25]
99	(1R)-6,6-二甲基-双环[3.1.1]庚-2-酮	C ₉ H ₁₄ O	138	挥发油类	[25]
100	异薄荷酮	C ₁₀ H ₁₈ O	154	挥发油类	[25]
101~ 102	6,6-二甲基-2-亚甲基-双环[2.2.1]庚-3-酮、香芹酮	C ₁₀ H ₁₄ O	150	挥发油类	[25]
103	3-甲基苯乙酮	C ₉ H ₁₀ O	134	挥发油类	[25]
104	胡薄荷酮	C ₁₀ H ₁₆ O	152	挥发油类	[25]
105	香叶基丙酮	C ₁₃ H ₂₂ O	194	挥发油类	[25]
106	2,3,5,9-四甲基-三环[6.3.0.0(1,5)]十一-2-烯-4-酮	C ₁₅ H ₂₂ O	218	挥发油类	[25]
107	植酮	C ₁₈ H ₃₆ O	268	挥发油类	[25]
108	邻-异丙基苯	C ₁₀ H ₁₄	134	挥发油类	[25]
109	2-戊酰呋喃	C ₉ H ₁₂ O ₂	152	挥发油类	[25]
111~ 128	1,2,4-三丙基苯、1,3,5-三异丙苯、1,2,4a,5,6,8a-六氢-1-异丙基-4,7-二甲基萘、 β -橄榄烯、 α -古芸烯、(-)-A-萜澄茄油烯、9-甲基四环[7.3.1.0(2,7).1(7.11)]十四烷、反式石竹烯、 α -芹子烯、双环倍半萜烯、香柠檬烯、律草烯、 γ -依兰油烯、 γ -芹子烯、 α -木榄烯、 δ -杜松烯、 β -甜没药烯、 α -姜黄烯	C ₁₅ H ₂₄	204	挥发油类	[25]
129	1,6-二羟基萘	C ₁₀ H ₈ O ₂	160	挥发油类	[25]
130	N-(噻吩-3-基-7-甲基苯并(b))乙酰胺	C ₁₁ H ₁₁ NOS	205	挥发油类	[25]
131	4-异丙烯基甲苯	C ₁₀ H ₁₂	132	挥发油类	[25]
132	6-异亚丙基-双环[3.1.0]己烷	C ₉ H ₁₄	122	挥发油类	[25]
133~ 136	(1R)-(+)- α -蒎烯、(1S)-(-)- β -蒎烯、1-甲基(1-甲基乙烯基)环己烯、苈烯	C ₁₀ H ₁₆	136	挥发油类	[25]
137	α -姜黄烯	C ₁₅ H ₂₂	202	挥发油类	[25]
138	正十五烷	C ₁₅ H ₃₂	212	挥发油类	[25]
139	去氢白菖烯	C ₁₅ H ₂₂	202	挥发油类	[25]
140	α -菖蒲烯	C ₁₅ H ₂₀	200	挥发油类	[25]
141	正十六烷	C ₁₆ H ₃₄	226	挥发油类	[25]
142	(+)-喇叭烯	C ₁₅ H ₂₄	204	挥发油类	[25]
143	7,9-二甲基-十六烷	C ₁₈ H ₃₈	254	挥发油类	[25]
144	2-甲基-十六烷	C ₁₇ H ₃₆	240	挥发油类	[25]
145	愈创蓝油烃	C ₁₅ H ₁₈	198	挥发油类	[25]
146	正十七烷	C ₁₇ H ₃₆	240	挥发油类	[25]
147	姥鲛烷	C ₁₉ H ₄₀	268	挥发油类	[25]
148	植烷	C ₂₀ H ₄₂	282	挥发油类	[25]
149	β -罗勒烯	C ₁₀ H ₁₆	136	挥发油类	[26]

续表

150	β -芳樟醇	C ₁₀ H ₁₈ O	154	挥发油类	[26]
151	7-亚甲基-9-氧杂双环[6.1.0]-2-壬烯	C ₉ H ₁₂ O	136	挥发油类	[26]
152	2,2-二甲基-3,5-癸二炔	C ₁₂ H ₁₈	162	挥发油类	[26]
153	4-甲氧基-1-萘酚	C ₁₁ H ₁₀ O ₂	174	挥发油类	[26]
154	3-苯基-2-丙炔-1-醇	C ₁₂ H ₁₄ O	174	挥发油类	[26]
155	3,5,9-三甲基-2,4,8-癸三烯-1-醇	C ₁₃ H ₂₂ O	194	挥发油类	[26]
156	6,10,14-三甲基-2-十五烷酮	C ₁₈ H ₃₆ O	268	挥发油类	[26]
157	10,12-十八碳二炔酸	C ₁₈ H ₂₈ O ₂	276	挥发油类	[26]
158	3,7,11,15-四甲基-2-十六碳烯-1-醇	C ₁₉ H ₃₈ O	282	挥发油类	[26]
159	10, 12-二十五烷二炔酸	C ₂₅ H ₄₂ O ₂	374	挥发油类	[26]
160	β -金合欢烯	C ₁₅ H ₂₄	204	挥发油类	[26]
161	二氢诺卜醇	C ₁₁ H ₂₀ O	168	挥发油类	[26]
162	反式橙花叔醇	C ₁₅ H ₂₆ O	222	挥发油类	[26]
163	(1S)-2,2-二甲基-3-亚甲基-二环[2,2,1]庚烷	C ₁₀ H ₁₆	136	挥发油类	[26]
164	1,1,4,7-四甲基-1 α ,2,3,4,4 α ,5,6,7b-八氢-1H-环丙[e]萸	C ₁₅ H ₂₄	204	挥发油类	[26]
165	反式-4 α -甲基-4 α , 5,6,7,8,8 α -六氢-2(1H)萘酮	C ₁₁ H ₁₆ O	164	挥发油类	[26]
166	1,3,5-环庚三烯	C ₇ H ₈	92	挥发油类	[27]
167	3-甲基丁酸	C ₅ H ₁₀ O ₂	102	挥发油类	[27]
168	苯甲醛	C ₇ H ₆ O	106	挥发油类	[27]
169	2-甲基苯甲醛	C ₈ H ₈ O	120	挥发油类	[27]
170	6-甲基-3,5-庚二烯-2-酮	C ₈ H ₁₂ O	124	挥发油类	[27]
171	2-庚醛	C ₈ H ₁₆ O	128	挥发油类	[27]
172	庚酸	C ₇ H ₁₄ O ₂	130	挥发油类	[27]
173	1,3,5,7-环辛四烯-1-甲醛	C ₉ H ₈ O	132	挥发油类	[27]
174	2,3-二氢-1-茛酮	C ₉ H ₈ O	132	挥发油类	[27]
175	1-甲基-4-(1-甲基乙基)苯	C ₁₀ H ₁₄	134	挥发油类	[27]
176	柠檬烯	C ₁₀ H ₁₆	136	挥发油类	[27]
177	3-甲基-6-(1-甲基亚乙基)环己烯	C ₁₀ H ₁₈	138	挥发油类	[27]
178	百里酚	C ₁₀ H ₁₄ O	150	挥发油类	[27]
179	对-甲氧基- β -环丙基苏合香烯	C ₁₀ H ₁₀ O	146	挥发油类	[27]
180~ 181	4-阿魏酰奎宁酸、5-阿魏酰奎宁酸	C ₁₇ H ₂₀ O ₉	368	其它类	[27]
182	桃金娘醛	C ₁₀ H ₁₄ O	150	挥发油类	[28]
183	香芹醇	C ₁₀ H ₁₆ O	152	挥发油类	[28]
184	亚油酸	C ₁₈ H ₃₂ O ₂	280	挥发油类	[28]
185	木栓酮	C ₃₀ H ₅₀ O	426	其它类	[6] [29]

续表

186	木栓烷	C ₃₀ H ₅₂	412	其它类	[29]
187~ 188	木栓醇、表木栓醇	C ₃₀ H ₅₂ O	428	其它类	[29]
189	正四十五酸	C ₄₅ H ₉₀ O ₂	662	其它类	[29]
190	麦角甾-7, 2-二烯-3-酮	C ₂₈ H ₄₄ O	396	其它类	[29]
191	3,5-二甲氧基苯甲酸-4-O-β-D-吡喃葡萄糖苷	C ₁₅ H ₂₀ O ₁₀	360	其它类	[14]
192	24(S)-3β-羟基豆甾-5-烯-7-酮	C ₂₉ H ₄₈ O ₂	429	其它类	[15] [30]
193	β-谷甾醇	C ₂₉ H ₅₀ O	414	其它类	[30]
194	硬脂酸	C ₁₈ H ₃₆ O ₂	284	其它类	[31]
195	正三十四醇	C ₃₄ H ₇₀ O	494	其它类	[6]
196	豆甾醇	C ₂₉ H ₄₈ O	412	其它类	[6]
197	豆甾醇-D-葡萄糖苷	C ₃₅ H ₅₈ O ₆	574	其它类	[6] [30]
199	5,7-二羟基色原酮	C ₉ H ₆ O ₄	178	其它类	[30]
199	焦袂康酸	C ₅ H ₄ O ₃	112	其它类	[23] [31]
200	Erigeside I	C ₂₀ H ₂₀ O ₁₁	436	其它类	[7] [16] [18]
201	Erigeside II	C ₁₇ H ₂₄ O ₈	356	其它类	[16]
202	Erigeside A	C ₂₁ H ₃₆ O ₈	416	其它类	[16] [32]
203	Erigeside B	C ₁₂ H ₂₂ O ₆	262	其它类	[16] [32]
204	Erigeside C	C ₁₅ H ₂₀ O ₁₀	360	其它类	[32]
205	Erigeside D	C ₂₀ H ₂₂ O ₁₂	454	其它类	[16] [33]
206	Erigeside E	C ₂₁ H ₃₀ O ₉	426	其它类	[33]
207	Betulabuside A	C ₁₆ H ₂₈ O ₇	332	其它类	[32]
208	Erigeroside(飞蓬苷)	C ₁₁ H ₁₄ O ₈	274	其它类	[24] [32]
209	反式乙酰化灯盏细辛酸甲酯	C ₂₇ H ₂₆ O ₁₁	526	其它类	[34]
210	顺式乙酰化灯盏细辛酸甲酯	C ₂₇ H ₂₆ O ₁₁	526	其它类	[34]
211	1-(2'-γ-吡喃酮)-6-咖啡酰基-α-D-吡喃葡萄糖苷	C ₂₀ H ₂₀ O ₁₁	436	其它类	[35]
212	1-羟基-2,3,5-三甲氧基咕吨酮	C ₁₆ H ₁₄ O ₆	302	其它类	[35]
213	α-甲氧基-γ-吡喃酮	C ₆ H ₆ O ₃	126	其它类	[30]
214	胡萝卜苷	C ₃₅ H ₆₀ O ₆	576	其它类	[30]
215	Icariside B ₂	C ₁₉ H ₃₀ O ₈	386	其它类	[16]
216	布卢门醇 C 葡萄糖苷	C ₁₉ H ₃₂ O ₇	372	其它类	[16]
217	(+)-syringaresinol O-β-D-glucopyranoside	C ₂₈ H ₃₆ O ₁₃	580	其它类	[16]
218	对羟基苯甲酸	C ₇ H ₆ O ₃	138	其它类	[3] [21]
219	3,4-二羟基苯甲酸	C ₇ H ₆ O ₄	154	其它类	[3] [21]
220	肉桂酸	C ₉ H ₈ O ₂	148	其它类	[21]
221	对甲氧基肉桂酸	C ₁₀ H ₁₀ O ₃	178	其它类	[21]

续表

222	3,4-二羟基肉桂酸	C ₉ H ₈ O ₄	180	其它类	[30]
223	3,5-二甲氧基-4-羟基苯甲酸	C ₉ H ₁₀ O ₅	198	其它类	[24]
224	3,5-二甲氧基-4-羟基苯甲酸-7-O-β-D-吡喃葡萄糖苷	C ₁₅ H ₁₂ O ₁₀	360	其它类	[24]

注：CQA 为咖啡酰奎宁酸；CDOA 为咖啡酰-2,7-脱水-3-脱氧-2-辛基吡咯烷酮酸；COA 为咖啡酰-2,7-脱水-2-辛基吡咯烷酮酸。

从目前的化学成分研究可以看出，灯盏花体系呈现出显著的“成分多样、异构体多、极性范围宽”的特点。以黄酮类和咖啡酰类为代表的活性成分较多，且存在大量位置异构体，这要求分析技术必须具备极高的分离能力。此外，挥发性成分与水溶性成分并存，极性跨度大，单一的提取和分析方法难以全面覆盖。除了丰度较高的野黄芩苷等指标成分外，痕量有效成分与潜在的毒害物质(如重金属、农残)同样对药效与安全性至关重要。这种复杂的化学物质基础，使得传统的单一指标测定无法真实反映药材的整体质量，迫切需要引入多维度、高灵敏度、高选择性的现代色谱、质谱及光谱技术，这也正是当前灯盏花质量控制技术发展的核心驱动力与面临的主要挑战。

3. 质量控制技术研究

《中国药典》规定了灯盏花中野黄芩苷的含量不低于 0.30%，但实际临床使用过程中存在多组分同时作用于疾病靶点的情况。为了更好地对灯盏花中药材进行综合评价和质量控制，多种技术手段被应用于质量分析研究当中。

3.1. 色谱技术

3.1.1. 高效液相色谱(HPLC)

HPLC 是《中国药典》测定灯盏花中野黄芩苷的法定方法，常用于酚酸类成分的准确定量[36]。为降低对照品成本并实现多指标评价，基于内标参照物的 QAMS 法逐渐被推广应用于灯盏花及其制剂的质量控制[37]。HPLC 操作简便，但测定耗时且对基线分离要求高。中药体系复杂，极易出现共洗脱现象。例如，药典方法中的“野黄芩苷”峰实为野黄芩苷与飞蓬酯乙的混合峰[38]，单纯依靠改变流动相难以彻底解决专属性问题。为了能够综合评价中药材质量，基于中药中同一类或几类化学成分性质之间的内在关系，一测多评法(Quantitative Analysis of Multi-Components by Single-Marker, QAMS)也逐渐在中药材测定中被推广使用，QAMS 法虽提供了一条低成本质控路径，但受限于待测组分色谱峰的准确定位及相对校正因子的波动误差[39]，其在复杂药效物质基础评价中的普适性仍需进一步验证。

3.1.2. 气相色谱技术(GC)

气相色谱在中药材灯盏花质量研究中主要用于对一些具有挥发性成分的分析。通过与质谱联用被广泛应用于灯盏花中挥发油、农药残留等易挥发性物质的检测分析，具体包括挥发油成分鉴定、农药残留及大孔树脂/有机溶剂残留限度检查[40]-[42]。GC 在挥发性物质分析中具备分析速度快、灵敏度高的优势。然而，其仅适用于易挥发或可衍生化的成分，对于灯盏花中发挥主要药效的大分子黄酮和咖啡酸酯类成分则无能为力，因此通常只能作为中药安全性评价(农残、溶残)的辅助检测手段。

3.1.3. 薄层色谱技术

薄层色谱法(Thin Layer Chromatography, TLC)作为传统鉴别方法，成本低、操作简便，常用于灯盏花辛及其易混淆品的快速定性鉴别或高通量初步筛选[43]。然而，随着现代分析技术的不断发展，TLC 技术也暴露出重复性和稳定性较差、展开毒性大、分析速度不及 HPLC 等不足。因此，如何将其与图像识别

等数字化技术结合以提升重现性，是 TLC 技术未来发展的关键。

3.2. 质谱联用技术

3.2.1. 液相色谱 - 质谱联用技术

鉴于中药材成分复杂、分离困难的问题，采用超高效液相色谱 - 串联质谱联用技术(UPLC-MS/MS)对中药材复杂体系的分析是一条比较理想的路径。UPLC-MS 具有专属性强、敏度高、时间短、对基线分离要求不高等特点，使其在多组分同时测定上具备巨大优势[44]，为灯盏花质控带来了新机遇。凭借质谱的高选择性(如多反应监测 MRM 模式)，该技术有效解决了 HPLC 中面临的共流出难题。针对前文提到的野黄芩苷与飞蓬酯乙的重叠问题，即使两者在色谱柱上未完全分离，但只要其母离子或子离子质荷比(m/z)不同，UPLC-MS/MS 依然能够实现对两者的精准定性与独立定量分析。然而，其面临的核心挑战是严重的“基质效应(离子抑制)”[45]，进入离子源的复杂基质会与待测物竞争电荷。研究表明，测定野黄芩苷时的离子抑制率高达 30% [46]。可通过优化前处理、拉长色谱梯度、使用稳定同位素内标，或从 ESI 模式切换为先气化再电离的大气压化学电离(APCI)模式以减轻基质干扰[47]。未来的方法开发中，必须将基质效应评估强制纳入验证体系，否则极易得出错误的定量结果。

3.2.2. 气相色谱 - 质谱联用(GC-MS)与电感耦合等离子质谱(ICP-MS)

GC-MS 多用于灯盏花挥发油组分鉴定及复杂除草剂残留分析[26] [27]；ICP-MS 则凭借多元素同时测定能力，替代传统光谱法用于中药重金属及有害元素限度检查。GC-MS 与 ICP-MS 极大地丰富了中药微量有害物质的定性定量手段。但在实际应用中，GC-MS 的挑战在于热不稳定化合物的降解风险；而 ICP-MS 的挑战则在于多原子离子干扰(如氩基质干扰)，需引入碰撞池技术以保证低浓度重金属分析的准确性。

3.3. 光谱技术

红外及近红外光谱技术通过测定分子的振动吸收光谱来反映内部结构，具有快速、无损、无污染的显著优势。在中药材分析中，该技术结合偏最小二乘法(PLS)等化学计量学手段，已被成功应用于灯盏花不同产地的质量对比[48]、野生与栽培品种的区分[48]、灯盏花素注射液的快速定量测定[49]，以及与多舌飞蓬等混伪品的鉴别[50]。拉曼光谱不受水干扰，表面增强拉曼光谱技术(Surface Enhanced Raman Spectroscopy, SERS)更是通过金属纳米粒子显著放大了拉曼信号，削弱了荧光背景[51]-[53]。但其挑战同样突出：IR 技术极度依赖大量代表性样本来构建和维护化学计量学模型，且难以测定含量低于 0.1%的微量成分[50]；SERS 技术虽然灵敏度高，但由于缺乏色谱分离功能，在面对灯盏花复杂的基质时极易产生背景重叠干扰。未来，发展基于 SERS 的联用技术(如 TLC-SERS)以实现先分离后增强，是突破此瓶颈的重要方向。

4. 总结与展望

民族医药作为传统中医药的重要资源，很大一部分都散落于民间未被发掘出来，随着时间的流逝逐渐被人们所遗忘，因此，加大对民族医药的传承、保护和开发已迫在眉睫。对民族医药的质量研究，需要融入到中医药传统经验当中，结合用药配伍和临床实际，以控制质量标志物的方式对中药材从种植到临床用药的全链条进行质量控制。灯盏花作为重点开发的天然药物，结合现代色谱、质谱和光谱等分析技术对其进行更加深入和全面的质量研究，将会极大促进二次开发和利用，也为灯盏花中药材的资源保护、临床应用、产业发展、中药监管等各方面提供重要依据。

基金项目

云南省药品监督管理局科技计划项目——灯盏花中酚类化合物的研究(YB2021002)；“兴滇英才支持

计划”项目——彝族传统药物知识挖掘整理与研究(XDYC-WHMJ-2022-0029); 云南省科技计划项目重大科技专项生物医药专项——彝族、纳西族等少数民族医药传承与医疗机构制剂研发(202402AA310030); “云南中医药大学民族医药传承与创新研究硕士生导师团队”项目。

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, 2020.
- [2] 郭欣, 林珊, 吴丽明, 等. 灯盏细辛化学成分及药理作用研究进展[J]. 中成药, 2019, 41(2): 393-402.
- [3] 黄洪波, 包文芳, 杨芳芳, 等. 灯盏花的化学成分研究[J]. 沈阳药科大学学报, 2001(4): 266-267+293.
- [4] 高婷, 胡倩, 潘志权. 灯盏花石油醚部分化学成分的 HPLC-ESI-MS/MS 分析[J]. 化学与生物工程, 2011, 28(5): 89-91.
- [5] 赵猛, 王鹏飞, 王晓梅, 等. UPLC-QTOF-MS 鉴定注射用灯盏花素原料药中相关物质的结构[J]. 中国中药杂志, 2018, 43(14): 2872-2877.
- [6] 胡昌奇, 张德成, 华云, 等. 灯盏花化学成分的研究(II) [J]. 中草药, 1985, 16(10): 12.
- [7] 张人伟, 樊献俄, 李来伟, 等. 灯盏花及其药物灯盏花素中酚类成分的鉴定和含量测定(英文) [J]. 天然产物研究与开发, 2015, 27(6): 962-970.
- [8] 张赟华, 董媛, 肖琳婧, 等. 灯盏花素原料药相关物质的分离和结构鉴定[J]. 药学研究, 2016, 35(3): 145-147+171.
- [9] 张卫东, 陈万生, 王永红, 等. 灯盏花黄酮类化学成分的研究[J]. 中国中药杂志, 2000(9): 24-26.
- [10] 张卫东, 陈万生, 王永红, 等. 灯盏细辛化学成分的研究 II [J]. 中国药学杂志, 2001(4): 17-19.
- [11] 梁振, 段继诚, 张维冰, 等. HPLC-ESI-MS/MS 对灯盏花提取液中主要成分的分离定性[J]. 分析科学学报, 2004(2): 129-132.
- [12] 张卫东, 陈万生, 王永红, 等. 灯盏花黄酮苷化学成分的研究[J]. 中草药, 2000(8): 7-8.
- [13] 黄春球, 郭昕, 武正才, 等. 灯盏花素杂质化学成分研究[J]. 中国民族民间医药, 2020, 29(3): 33-35.
- [14] 张卫东, 陈万生, 王永红, 等. 灯盏花中两个新苷类化合物的结构鉴定[J]. 中国中药杂志, 2001(10): 41-42.
- [15] 李君. 灯盏细辛乙醚部位化学成分研究[J]. 科技风, 2019(25): 150-151.
- [16] 陈斌, 李伯刚, 张国林. 灯盏花中的糖苷(英文) [J]. 植物学报, 2002(3): 344-348.
- [17] 李菁, 于德泉. 灯盏花化学成分研究[J]. 中国中药杂志, 2011, 36(11): 1458-1462.
- [18] Liao, S., Zhang, L., Li, C., Lan, Y., Wang, A., Huang, Y., *et al.* (2010) Rapid Screening and Identification of Caffeic Acid and Its Esters in *Erigeron breviscapus* by Ultra-Performance Liquid Chromatography/Tandem Mass Spectrometry. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, **24**, 2533-2541. <https://doi.org/10.1002/rcm.4662>
- [19] 岳建民, 赵勤实, 林中文, 等. 灯盏细辛中酚类化合物的化学研究(英文) [J]. 植物学报, 2000(3): 311-315.
- [20] 张卫东, 陈万生, 等. 灯盏花中新的酚酸类化合物的结构及活性研究[J]. 药学学报, 2001(5): 360-363.
- [21] 张卫东, 孔德云, 李惠庭, 等. 灯盏花的化学成分研究 III [J]. 中国医药工业杂志, 2000(8): 13-14.
- [22] 张卫东, 孔德云, 李惠庭, 等. 灯盏花的化学成分研究(II) [J]. 中国医药工业杂志, 1998(12): 26-27.
- [23] 张卫东, 孔德云, 李惠庭, 等. 灯盏花的化学成分研究(I) [J]. 中国医药工业杂志, 1998(11): 18-20.
- [24] 张卫东, 陈万生, 孔德云, 等. 灯盏细辛化学成分的研究[J]. 中国药学杂志, 2000(8): 10-12.
- [25] 许慧, 高新国, 李磊, 等. 固相微萃取-气相色谱质谱法分析灯盏花中挥发油组分[J]. 当代化工, 2019, 48(6): 1354-1357.
- [26] 李涛, 汪元娇. GC-MS 法分析短葶飞蓬挥发油中的化学成分[J]. 华西药学杂志, 2017, 32(3): 287-288.
- [27] 赵勇, 陈业高, 赵焱. 灯盏细辛挥发油化学成分的研究[J]. 云南化工, 2004(5): 21-22.
- [28] 徐文晖, 梁倩. 短葶飞蓬挥发油化学成分的研究[J]. 北方园艺, 2012(8): 183-184.
- [29] 张卫东, 陈万生, 孔德云, 等. 中药灯盏细辛化学成分的研究(I) [J]. 第二军医大学学报, 2000(2): 143-145.
- [30] 张卫东, 陈万生, 孔德云, 等. 中药灯盏细辛化学成分的研究(II) [J]. 第二军医大学学报, 2000(10): 914-916.
- [31] 胡倩, 王玲, 杜虎, 等. 灯盏花石油醚浸提物的化学成分研究[J]. 化学与生物工程, 2009, 26(11): 91-94.
- [32] Yue, J., Lin, Z., Wang, D. and Sun, H. (1994) A Sesquiterpene and Other Constituents from *Erigeron breviscapus*.

- Phytochemistry*, **36**, 717-719. [https://doi.org/10.1016/s0031-9422\(00\)89803-9](https://doi.org/10.1016/s0031-9422(00)89803-9)
- [33] Chen, B., Li, B. and Zhang, G. (2003) A New Sesquiterpene Glucoside from *Erigeron breviscapus*. *Natural Product Research*, **17**, 37-40. <https://doi.org/10.1080/1057563021000027984>
- [34] 伏继萍. 灯盏细辛中两个新四氢吡喃类化合物(英文) [J]. 天然产物研究与开发, 2016, 28(6): 825-827.
- [35] 张卫东, 陈万生, 王永红, 等. 灯盏花中两个新化合物的分离和鉴定[J]. 中草药, 2001(7): 3-5.
- [36] 孙佳, 郑林, 王爱民, 等. 超高效液相色谱法测定贵州产灯盏细辛中的 6 种成分[J]. 中国医药工业杂志, 2013, 44(7): 673-676.
- [37] 涂栩秀, 唐琼, 赵映娟, 等. 同时采用一测多评法和外标法测定灯盏细辛注射液中 2 类物质的含量[J]. 药物分析杂志, 2021, 41(5): 798-808.
- [38] 李资磊, 唐琼, 董媛, 等. 《中华人民共和国药典》中灯盏细辛含量测定方法的优化[J]. 药物分析杂志, 2020, 40(7): 1309-1318.
- [39] 高慧敏, 宋宗华, 王智民, 等. 适合中药特点的质量评价模式——QAMS 研究概述[J]. 中国中药杂志, 2012, 37(4): 405-416.
- [40] 李建凤, 廖立敏. 灯盏花挥发性组分结构与保留时间关系研究[J]. 天然产物研究与开发, 2021, 33(2): 236-245.
- [41] 颜敏, 黄海萍, 喻亮宇. 顶空气相色谱法测定灯盏花滴丸中残留溶剂[J]. 药物分析杂志, 2012, 32(1): 100-102.
- [42] 程宾, 来国防, 王莉, 等. 顶空气相色谱法测定灯盏细辛酚中大孔吸附树脂有机残留物[J]. 昆明医学院学报, 2009, 30(10): 30-32.
- [43] 王彦青. 灯盏细辛药材的薄层色谱鉴别[J]. 中外医疗, 2014, 33(7): 134-135.
- [44] 侯佳, 邹欢, 李勇军, 等. 超高效液相色谱-三重四级杆质谱同时测定灯盏细辛中 10 种指标成分的含量[J]. 天然产物研究与开发, 2016, 28(9): 1397-1401+1371.
- [45] 谢家树, 葛庆华. LC/MS 测定中生物样品的基质效应问题[J]. 药物分析杂志, 2008, 28(8): 1386-1389.
- [46] Qu, J., Wang, Y. and Luo, G. (2001) Determination of Scutellarin in *Erigeron breviscapus* Extract by Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry. *Journal of Chromatography A*, **919**, 437-441. [https://doi.org/10.1016/s0021-9673\(01\)00849-4](https://doi.org/10.1016/s0021-9673(01)00849-4)
- [47] Remane, D., Meyer, M.R., Wissenbach, D.K. and Maurer, H.H. (2010) Ion Suppression and Enhancement Effects of Co-eluting Analytes in Multi-Analyte Approaches: Systematic Investigation Using Ultra-High-Performance Liquid Chromatography/Mass Spectrometry with Atmospheric-Pressure Chemical Ionization or Electrospray Ionization. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, **24**, 3103-3108. <https://doi.org/10.1002/rcm.4736>
- [48] 李清玉, 司民真, 贺熹, 等. 五种灯盏细辛药材的红外光谱对比分析[J]. 光散射学报, 2008(3): 286-288.
- [49] 王小亮, 张秉华, 邓玉龙, 等. 基于近红外分析技术快速测定灯盏花素注射液的含量[J]. 食品与药品, 2021, 23(2): 106-110.
- [50] 张志锋, 刘圆, 张浩. 傅里叶变换红外光谱法并结合主成分分析法鉴别灯盏花和多舌飞蓬的研究[J]. 光谱学与光谱分析, 2009, 29(12): 3263-3266.
- [51] 苏松柏, 张永萍, 张丽丽, 等. 拉曼光谱在中药质量控制中的应用[J]. 中国实验方剂学杂志, 2011, 17(8): 284-286.
- [52] Zhu, J., Chen, Q., Kutsanedzie, F.Y.H., Yang, M., Ouyang, Q. and Jiang, H. (2017) Highly Sensitive and Label-Free Determination of Thiram Residue Using Surface-Enhanced Raman Spectroscopy (SERS) Coupled with Paper-Based Microfluidics. *Analytical Methods*, **9**, 6186-6193. <https://doi.org/10.1039/c7ay01637a>
- [53] Wang, C., Zhang, Z. and He, L. (2019) Development of a Headspace Solid-Phase Microextraction-Surface-Enhanced Raman Scattering Approach to Detect Volatile Pesticides. *Journal of Raman Spectroscopy*, **50**, 6-14. <https://doi.org/10.1002/jrs.5511>