

升麻药材化学成分及药理作用研究进展

陈李乙¹, 李佳欣¹, 张美晴¹, 姚 铁¹, 丁丽琴¹, 邱 峰², 张德芹^{1*}

1. 天津中医药大学 组分中药国家重点实验室, 天津 301617

2. 天津中医药大学中药学院, 天津 301617

摘 要: 升麻在我国有着悠久的药用历史, 具有发表透疹、清热解毒、升举阳气功效, 中医临床常用于治疗风热感冒、发热头痛、麻疹不透、齿痛、口疮、咽喉肿痛、阳毒发斑、气虚下陷、胃下垂、久泻脱肛、子宫脱垂、肾下垂、崩漏下血。是一味既具有升浮药性, 又具有沉降药性的代表药物。由于升麻属植物资源分布广且品种繁多, 为深入开展升麻升降浮沉药性物质基础及作用机制研究, 根据中医临床用药传统, 以《中国药典》收载的升麻基原品种为研究对象, 分别以“升麻”“*Cimicifuga heracleifolia*”“*Cimicifuga dahurica*”“*Cimicifuga foetida*”为检索词, 检索 1990—2021 年在中国知网、PubMed 数据库中的相关研究文献, 共检索到国内外文献 1075 篇, 筛除非药典基原品种研究文献后, 纳入有效文献 156 篇, 对近 30 年来《中国药典》基原品种升麻的化学成分及药理作用研究进展进行总结和归纳, 提出传统中药升麻的升降浮沉药性研究应在中医药理论指导下, 选用《中国药典》2020 年版收载的升麻基原品种, 紧密结合升麻的传统中医功效主治进行药性物质基础及作用机制研究, 对于弘扬中医药特色, 进一步揭示升麻升降浮沉药性的科学内涵具有重要的价值。

关键词: 升麻; 大三叶升麻; 兴安升麻; 升麻; 三萜; 色酮; 酚酸; 抗炎; 抗肿瘤

中图分类号: R286 **文献标志码:** A **文章编号:** 0253-2670(2023)05-1685-20

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2023.05.034

Research progress on chemical composition and pharmacological effects of *Cimicifugae Rhizoma*

CHEN Li-yi¹, LI Jia-xin¹, ZHANG Mei-qing¹, YAO Tie¹, DING Li-qin¹, QIU Feng², ZHANG De-qin¹

1. State Key Laboratory of Component-Based Chinese Medicine, Tianjin University of Traditional Chinese Medicine, Tianjin 301617, China

2. College of Traditional Chinese Medicine, Tianjin University of Traditional Chinese Medicine, Tianjin 301617, China

Abstract: Shengma (*Cimicifugae Rhizoma*) has a long application history in clinic, with the effect of releasing the exterior and promoting rash eruption by dispersing, heat-clearing and detoxifying, and raising yang qi. It is commonly used for the treatment of wind-heat cold, fever, headache, promoting eruption, toothache, aphtha, sore throat, yang poisoning and spotting, qi deficiency and sinking, gastroptosis, prolonged diarrhea and prolapse of anus, metropptosis, nephropptosis, and metrorrhagia. It is a representative drug with both ascending and descending medicinal properties. The genus *Actaea* plants are widely distributed in China, to study the material basis of the medicinal properties and the mechanism of *Cimicifugae Rhizoma*, in this paper, we searched the relevant literature in China National Knowledge Infrastructure and PubMed databases from 1990 to 2021 according to the tradition of clinical medication of traditional Chinese medicine, using "*Cimicifugae Rhizoma*", "*Cimicifuga heracleifolia*", "*Cimicifuga dahurica*" and "*Cimicifuga foetida*" as search terms, and a total of 1075 literatures were retrieved. After screening and excluding the literature on the non-pharmacopeia-based source, 156 valid papers were included to summarize the progress of the research on the chemical composition and pharmacological effects in the past 30 years. It is proposed that the research about the ascending and descending medicinal properties of *Cimicifugae Rhizoma* should be guided by the theory of traditional Chinese medicine. It is of great value to study the material basis of the medicinal properties and the mechanism of *Cimicifugae Rhizoma*, which is closely related to the traditional Chinese medical efficacy of *Cimicifugae Rhizoma*, in order to promote the characteristics of Chinese medicine and further reveal the scientific connotation of the medicinal properties of *Cimicifugae Rhizoma*.

收稿日期: 2022-08-09

基金项目: 国家重点研发计划项目 (2019YFC1708803)

作者简介: 陈李乙 (1996—), 女, 硕士研究生, 从事中药化学研究。E-mail: 979207504@qq.com

*通信作者: 张德芹, 女, 博士生导师, 教授, 从事中药基本理论及临床应用研究。E-mail: deqin123@163.com

Key words: *Cimicifugae Rhizoma*; *Cimicifuga heracleifolia* Kom.; *Cimicifuga dahurica* (Turcz.) Maxim.; *Cimicifuga foetida* L.; triterpene; chromone; phenolic acid; anti-inflammation; anti-tumor

升麻 *Cimicifugae Rhizoma* 入药首载于《神农本草经》，在我国有着悠久的药用历史。升麻属植物资源分布广且品种繁多，国内外学者针对升麻属植物黑升麻 *Cimicifuga racemose* (Linne) Nuttall.、单穗升麻 *C. simplex* Wormskarl.、小升麻 *C. acerina* (Sieb. et Zucc.) Tanaka.、云南升麻 *C. yunnanensis* Hsiao. 等多种升麻基原品种的化学成分及药理作用开展了广泛而深入的研究^[1]。其中来源于毛茛科植物大三叶升麻 *C. heracleifolia* Kom.、兴安升麻 *C. dahurica* (Turcz.) Maxim. 或升麻 *C. foetida* L. 的干燥根茎为《中国药典》2020 年版（以下简称《中国药典》）收录的升麻药用正品^[2]，是目前中医临床药用升麻的主要药材基原。大三叶升麻，习称为关升麻，主产于辽宁、吉林、黑龙江；兴安升麻，习称为北升麻，主产于山西、河北和内蒙古；升麻，习称为西升麻、绿升麻，主产于四川、云南、甘肃等地^[3]。

升降浮沉是中药药性理论的重要组成部分。但因其概念的多歧义性以及研究思路的局限性，导致对升降浮沉药性科学内涵尚不明确。中医学认为，升麻是一味既具有升浮药性，又具有沉降药性的代表药物，味辛，微甘，性微寒，归肺、脾、胃、大肠经。具有发表透疹、清热解毒、升举阳气功效，为中医临床治疗风热感冒、发热头痛、麻疹不透、齿痛、口疮、咽喉肿痛、阳毒发斑、气虚下陷、胃下垂、久泻脱肛、子宫脱垂、肾下垂、崩漏下血的常用药物。为深入开展升麻升降浮沉药性物质基础及作用机制研究，本文根据中医临床用药传统，以《中国药典》收录的升麻基原品种为研究对象，分别以“升麻”“*Cimicifuga heracleifolia*”“*Cimicifuga dahurica*”“*Cimicifuga foetida*”为检索词，检索 1990—2021 年在中国知网、PubMed 数据库中的相关研究文献，共检索到国内外文献 1075 篇，筛除非药典基原品种研究文献后，纳入有效文献 156 篇，对近 30 年来药典基原品种升麻的化学成分及药理作用研究进展进行总结和归纳，为进一步阐明升麻升降浮沉药性的科学内涵提供文献依据。

1 化学成分

与升麻属植物相同，大三叶升麻、兴安升麻以及升麻中含有丰富的化学物质，除含有升麻属植物的特征性成分三萜及其苷类化合物外，尚含有酚酸类、色

酮类及木脂素、吲哚酮、生物碱、酰胺、甾醇、糖、挥发油等其他类化合物。近 30 年从《中国药典》收录的升麻基原品种中分离化合物总计 542 种，其中三萜及其苷类 380 种，酚酸类 77 种，色酮类 12 种，其他类化合物 73 种，化合物比例分布见图 1。

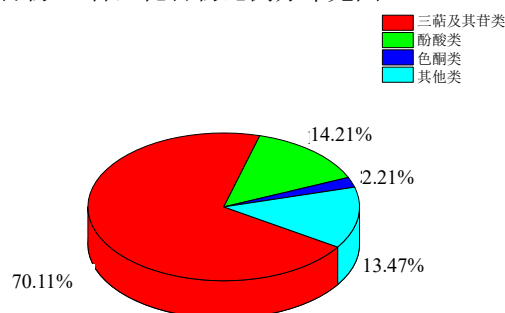


图 1 1990—2021 年从《中国药典》收录升麻中发现的化合物分布情况

Fig.1 Proportional distribution of compounds found in *Cimicifugae Rhizoma* from Chinese Pharmacopoeia in 1990—2021

1.1 三萜及其苷类

1990—2021 年从大三叶升麻、兴安升麻以及升麻中分离得到的三萜及其苷类成分有 380 种，占总化合物数量的 70.11%。其化合物名称、分子式、植物来源见表 1。

1.2 酚酸类

1990—2021 年从大三叶升麻、兴安升麻以及升麻中分离得到的酚酸类成分有 77 种，占总化合物数量的 14.21%。其化合物名称、分子式、植物来源见表 2。

1.3 色酮类

1990—2021 年从大三叶升麻、兴安升麻以及升麻中分离得到的色酮类成分有 12 种，占总化合物数量的 2.21%。其化合物名称、分子式、植物来源见表 3。

1.4 其他类

1990—2021 年从大三叶升麻、兴安升麻以及升麻中分离得到的木脂素、吲哚酮、生物碱、酰胺、甾醇、糖、挥发油等其他类成分有 73 种，占总化合物数量的 13.47%。其化合物名称、分子式、植物来源见表 4。

表 1 1990—2021 从《中国药典》收载升麻中发现的三萜及其苷类化合物

Table 1 Structures of triterpenoids and their glycosides found in *Cimicifugae Rhizoma* from Chinese Pharmacopoeia in 1990—2021

序号	化合物名称	分子式	植物来源	文献
1	升麻苷 A	C ₃₅ H ₅₆ O ₁₀	b	4
2	27-脱氧阿科特素	C ₃₇ H ₅₆ O ₁₀	c	5
3	升麻醇-3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃木糖苷	C ₃₅ H ₅₆ O ₉	a、b、c	4-6
4	25- <i>O</i> -乙酰基升麻醇-3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃木糖苷	C ₃₇ H ₅₈ O ₁₀	a、b、c	4-6
5	cimiacerin B	C ₃₀ H ₄₈ O ₅	c	7
6	foetinoside	C ₃₅ H ₆₀ O ₉	c	7
7	升麻苷 B	C ₁₀ H ₆₄ O ₁₃	b、c	4, 7
8	升麻苷 C	C ₄₃ H ₇₀ O ₁₆	a、b	8-9
9	升麻苷 D	C ₄₃ H ₇₀ O ₁₆	a、b	8-9
10	大三叶升麻苷 A	C ₄₁ H ₆₄ O ₁₅	a	9
11	大三叶升麻苷 C	C ₄₁ H ₆₄ O ₁₅	a	9
12	大三叶升麻苷 D	C ₄₁ H ₆₆ O ₁₅	a	9
13	大三叶升麻苷 E	C ₄₁ H ₆₆ O ₁₅	a	9
14	大三叶升麻苷 F	C ₄₃ H ₆₈ O ₁₆	a	9
15	升麻苷 F	C ₃₆ H ₅₈ O ₁₀	c	10
16	cimiricaside A	C ₃₇ H ₅₆ O ₁₀	b	11
17	cimiricaside B	C ₃₆ H ₅₆ O ₉	b	11
18	cimiricaside C	C ₃₉ H ₅₈ O ₁₁	b	11
19	cimiricaside D	C ₃₅ H ₅₂ O ₁₀	b	11
20	cimiricaside E	C ₃₅ H ₅₆ O ₁₀	b	11
21	cimiricaside F	C ₄₀ H ₆₂ O ₁₃	b	11
22	24-表-25- <i>O</i> -乙酰基-7,8-二去氢升麻醇 3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃木糖苷	C ₃₇ H ₅₆ O ₁₀	b	11
23	3'- <i>O</i> -乙酰基-24-表-7,8-二去氢升麻醇 3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃木糖苷	C ₃₇ H ₅₆ O ₁₀	b	11
24	(23 <i>R</i> ,24 <i>R</i>)-16β,23;16α,24-二环氧-12β-乙酰氧基-环阿尔廷-7-烯-3β,15α,25-三醇-3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃木糖苷	C ₃₇ H ₅₆ O ₁₁	b	11
25	(23 <i>R</i> ,24 <i>R</i>)-16β,23;16α,24-二环氧-环阿尔廷-7-烯-3β,12β,15α,25-四醇-3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃木糖苷	C ₃₅ H ₅₄ O ₁₀	b	11
26	黑升麻苷 I	C ₃₅ H ₅₂ O ₈	b	11
27	(26 <i>R</i>)-升麻苷	C ₃₇ H ₅₆ O ₁₁	b	11
28	3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -xylopyranosyl-24 <i>S</i> ,25-dihydroxy-15-oxo-acta-(16 <i>R</i> ,23 <i>R</i>)-16,23-monoxoside	C ₃₅ H ₅₆ O ₁₀	b	11
29	24-表-24- <i>O</i> -乙酰基-7,8-二去氢升麻新醇 3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃木糖苷	C ₃₅ H ₅₆ O ₁₀	b	11
30	(23 <i>R</i> ,24 <i>R</i>)-23- <i>O</i> -乙酰基-3β,15,24β,25-四羟基-环阿尔廷-7-烯-16-酮 3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃木糖苷	C ₃₅ H ₅₆ O ₉	b	11
31	25- <i>O</i> -脱水升麻醇 3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃木糖苷 (升麻苷 E)	C ₃₅ H ₅₄ O ₈	a、b、c	5-6, 11
32	12β,21β-二羟基升麻醇-3- <i>O</i> -α- <i>L</i> -吡喃阿拉伯糖苷	C ₃₅ H ₅₆ O ₁₁	a	12
33	15α-hydroxycimicidol-3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -xylopyranoside	C ₃₅ H ₅₄ O ₁₁	a	12
34	12β-羟基升麻醇-3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃葡萄糖基-(1'-3)-β- <i>D</i> -吡喃木糖苷	C ₄₁ H ₆₆ O ₁₄	a	12
35	12β-羟基-7,8-二去氢基升麻醇-3- <i>O</i> -α- <i>L</i> -吡喃阿拉伯糖苷	C ₃₅ H ₅₄ O ₁₀	a	12
36	升麻新醇-3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃葡萄糖基-(1'-3)-β- <i>D</i> -吡喃木糖苷	C ₄₁ H ₆₆ O ₁₄	a	12
37	3- <i>O</i> -α- <i>L</i> -阿拉伯吡喃糖基-升麻醇-15- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃葡萄糖基	C ₄₁ H ₆₆ O ₁₄	a	12
38	24-表- <i>O</i> -乙酰基氢化升麻新醇-3- <i>O</i> -β-吡喃阿拉伯糖苷	C ₃₇ H ₆₀ O ₁₁	a	12
39	12β- <i>O</i> -7,8-二去氢基升麻醇-3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃木糖苷	C ₃₅ H ₅₄ O ₁₀	a	12
40	(22 <i>R</i>)-22β-羟基升麻醇-3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃木糖苷	C ₃₅ H ₅₆ O ₁₀	a	12
41	3-木糖基-24- <i>O</i> -乙酰基-7,8-二去氢-羟基升麻新醇-15-葡萄糖基	C ₄₃ H ₆₈ O ₁₆	a	12
42	铁破锣皂苷 E	C ₃₅ H ₅₈ O ₁₀	a	12
43	11β-羟基-24-表-升麻醇	C ₃₀ H ₄₈ O ₆	a	12
44	12β- <i>O</i> -乙酰基升麻醇	C ₃₂ H ₅₀ O ₇	a	12
45	升麻内酯 K	C ₃₈ H ₅₈ O ₁₃	a	12
46	9,19-环氧胆甾-7-烯-16-酮,23-(乙酰氧基)-15,24,25-三羟基-4,4,14-三甲基-3-(β- <i>D</i> -吡喃木糖)-(3β,5α,15α,23 <i>R</i> ,24 <i>R</i>)	C ₃₇ H ₅₈ O ₁₁	a	12
47	23- <i>O</i> -乙酰基-7,8-二去氢升麻新醇-3- <i>O</i> -α- <i>L</i> -吡喃阿拉伯糖苷	C ₃₇ H ₅₆ O ₁₀	a	12
48	铁破锣皂苷 B	C ₃₅ H ₅₈ O ₁₀	a	12
49	24- <i>O</i> -乙酰基氢化升麻新醇-15- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃葡萄糖基	C ₃₈ H ₆₂ O ₁₂	a	12
50	3β,16α-二羟基-12-乙酰氧基-16,22-环-23-酮-24 <i>R</i> ,25-环氧-环阿尔廷烷-7-烯-3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃半乳糖苷	C ₃₈ H ₅₆ O ₁₂	a	12
51	24-表-24- <i>O</i> -乙酰基-7,8-二去氢升麻新醇-3- <i>O</i> -(2'- <i>O</i> -丙二酰)-β- <i>D</i> -吡喃木糖苷	C ₄₀ H ₆₀ O ₁₄	a	12
52	25-甲基-24- <i>O</i> -乙酰基羟基升麻新醇	C ₃₃ H ₅₄ O ₇	a	12
53	24- <i>O</i> -乙酰基-7,8-二去氢氢化升麻新醇	C ₃₂ H ₅₀ O ₇	a	12
54	24- <i>O</i> -乙酰基氢化升麻新醇	C ₃₂ H ₅₂ O ₇	a	12

续表 1

序号	化合物名称	分子式	植物来源	文献
55	25- <i>O</i> -乙酰基-12β-乙酰氧基升麻醇-3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃阿拉伯糖苷	C ₃₇ H ₆₀ O ₁₂	a	12
56	25- <i>O</i> -甲基异北升麻醇	C ₃₀ H ₄₆ O ₆	a	12
57	24-表-24- <i>O</i> -乙酰氢化升麻新醇	C ₃₂ H ₅₂ O ₇	a	12
58	24-表-升麻醇	C ₃₀ H ₄₈ O ₅	a	12
59	阿科特素	C ₃₇ H ₅₆ O ₁₁	a、c	5, 12
60	23- <i>O</i> -乙酰基-7,8-二去氢升麻新醇 3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃木糖苷	C ₃₇ H ₅₆ O ₁₀	a、b	11-12
61	3-酮-24-表-7,8-二去氢升麻醇	C ₃₀ H ₄₄ O ₅	a	13
62	2',4'- <i>O</i> -二乙酰基-24-表-7,8-二去氢升麻醇-3-木糖苷	C ₃₉ H ₅₈ O ₁₁	a	13
63	7,8-二去氢-24- <i>O</i> -乙酰氢化升麻新醇-3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃木糖苷	C ₃₇ H ₅₈ O ₁₁	a、b	11, 13
64	24-表-25- <i>O</i> -乙酰基槭树醇	C ₃₂ H ₄₈ O ₆	b	14
65	25-脱水-7,8-二去氢升麻醇	C ₃₀ H ₄₄ O ₄	b	14
66	25-脱水升麻醇	C ₃₀ H ₄₆ O ₄	b	14
67	24-表-24- <i>O</i> -乙酰基-7,8-二去氢升麻新醇	C ₃₂ H ₅₀ O ₇	a、b	12, 14
68	24-表-7,8-二去氢升麻醇	C ₃₀ H ₄₆ O ₅	a、b	13-14
69	25- <i>O</i> -乙酰基-7,8-二去氢升麻醇	C ₃₂ H ₄₈ O ₆	a、b	13-14
70	cimiricaside A	C ₃₇ H ₅₆ O ₁₀	b	15
71	7,8-二去氢升麻醇	C ₃₀ H ₄₆ O ₅	a、b、c	7, 13, 15
72	25- <i>O</i> -乙酰基-7,8-二去氢升麻醇-3- <i>O</i> -α- <i>L</i> -阿拉伯糖苷	C ₃₇ H ₅₆ O ₁₀	b	16
73	25- <i>O</i> -乙酰基-7,8-二去氢升麻醇-3- <i>O</i> -α- <i>L</i> -木糖苷	C ₃₇ H ₅₆ O ₁₀	b	16
74	3'- <i>O</i> -乙酰基-24-表-7,8-二去氢升麻醇-3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -木糖苷	C ₃₇ H ₅₆ O ₁₀	a、b	13, 16
75	24-表-7,8-二去氢升麻醇-3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃木糖苷	C ₃₅ H ₅₄ O ₉	a、b	13, 17
76	3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -木吡喃糖基升麻醇-15- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃葡萄糖苷	C ₄₁ H ₆₆ O ₁₄	b	18
77	24-表-槭树醇	C ₃₀ H ₄₆ O ₅	a、b	13, 18
78	7,8-二去氢升麻醇 3- <i>O</i> -α- <i>L</i> -吡喃阿拉伯糖苷	C ₃₅ H ₅₄ O ₉	b	19
79	24- <i>O</i> -乙酰基-25- <i>O</i> -甲基-7,8-二去氢升麻新醇-3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃木糖苷	C ₃₈ H ₆₀ O ₁₁	b	19
80	7,8-二去氢-24-乙酰基升麻新醇-3- <i>O</i> -α- <i>L</i> -吡喃阿拉伯糖苷	C ₃₇ H ₅₈ O ₁₁	b	19
81	7,8-二去氢-25-脱氢升麻醇-3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃木糖苷	C ₃₅ H ₅₂ O ₈	b	19
82	大三叶升麻醇	C ₃₂ H ₅₀ O ₇	a、b	13, 19
83	3-阿拉伯糖基-24- <i>O</i> -乙酰基氢化升麻新醇 15-葡萄糖苷	C ₄₃ H ₇₀ O ₁₆	a、b	12, 20
84	乙酰基阿科特醇-3- <i>O</i> -阿拉伯糖苷	C ₃₇ H ₅₇ O ₁₁	c	21
85	川升麻醇	C ₃₅ H ₅₃ O ₈	c	21
86	升麻雌醇	C ₃₇ H ₅₅ O ₁₀	c	21
87	升麻酮醇-3- <i>O</i> -阿拉伯糖苷	C ₃₅ H ₅₁ O ₉	c	21
88	15α-hydroxycimicidol-3- <i>O</i> -β-xyloside	C ₃₅ H ₅₅ O ₁₁	c	21
89	绿升麻醇	C ₂₇ H ₄₀ O ₅	c	21
90	绿升麻醇 3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃木糖苷	C ₃₂ H ₄₉ O ₉	c	21
91	15α-羟基绿升麻醇-3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -木糖苷	C ₃₂ H ₄₉ O ₁₀	c	21
92	升麻酮醇	C ₃₀ H ₄₄ O ₅	a、c	12, 21
93	升麻新苷	C ₃₂ H ₄₈ O ₉	c	22
94	升麻醇-3- <i>O</i> -α- <i>L</i> -吡喃阿拉伯糖苷	C ₃₅ H ₅₆ O ₉	a、b、c	12, 23-24
95	cimicifoetiside A	C ₃₇ H ₅₈ O ₁₀	c	24
96	cimicifoetiside B	C ₃₉ H ₆₀ O ₁₁	c	24
97	25-脱氧升麻新醇 3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃木糖苷	C ₃₃ H ₅₀ O ₉	c	24
98	isocimipodocarpaside	C ₃₅ H ₅₀ O ₈	c	25
99	26-脱氧升麻苷	C ₃₇ H ₅₄ O ₁₀	c	25
100	25- <i>O</i> -乙酰基升麻醇 3- <i>O</i> -α- <i>L</i> -吡喃阿拉伯糖苷	C ₃₇ H ₅₈ O ₁₀	b、c	23, 25
101	西麻苷 I	C ₃₆ H ₅₈ O ₁₁	c	26
102	西麻苷 II	C ₃₆ H ₅₈ O ₁₀	c	26
103	升麻醇-3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃半乳糖苷	C ₃₆ H ₅₈ O ₁₀	c	26
104	12β-羟基升麻醇-3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃木糖苷	C ₃₅ H ₅₆ O ₁₀	a、c	12, 26
105	12β-羟基升麻醇 3- <i>O</i> -α- <i>L</i> -吡喃阿拉伯糖苷	C ₃₅ H ₅₆ O ₁₀	a、b、c	12, 23, 26
106	3- <i>O</i> -α- <i>L</i> -阿拉伯吡喃糖基升麻醇 15- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃葡萄糖苷	C ₄₁ H ₆₀ O ₁₄	b	27
107	24-羟基-12β-乙酰氧基-25,26,27-三降环阿尔廷-16,23-二酮-3β- <i>O</i> -α- <i>L</i> -吡喃阿拉伯糖苷	C ₃₄ H ₅₂ O ₁₀	b	27
108	16α,24α-二羟基-12β-乙酰氧基-25,26,27-三降-16,24-环环阿尔廷-23-酮 3β- <i>O</i> -α- <i>L</i> -吡喃阿拉伯糖苷	C ₃₄ H ₅₂ O ₁₀	b	27
109	25- <i>O</i> -乙酰基-7,8-二去氢升麻醇-3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃木糖苷	C ₃₇ H ₅₆ O ₁₀	a、b、c	9, 25, 27
110	7,8-二去氢-27-脱氧升麻亭	C ₃₇ H ₅₄ O ₁₀	c	28
111	24- <i>O</i> -乙酰基升麻新醇-3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -木糖苷(23 <i>R</i> ,24 <i>R</i>)	C ₃₇ H ₆₀ O ₁₁	c	28
112	升麻醇	C ₃₀ H ₄₈ O ₅	a、b、c	12, 27-28
113	升麻酮醇-3- <i>O</i> -β- <i>L</i> -吡喃阿拉伯糖苷	C ₃₅ H ₅₂ O ₉	c	29
114	7,8-二去氢升麻醇-3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃木糖苷	C ₃₅ H ₅₄ O ₉	a、b、c	12, 27, 29
115	2'- <i>O</i> -乙酰基阿科特素	C ₃₉ H ₅₈ O ₁₁	c	30
116	2'- <i>O</i> -乙酰基-27-脱氧阿科特素	C ₃₉ H ₅₈ O ₁₀	c	30
117	升麻苷 H-1	C ₃₅ H ₅₂ O ₉	c	30

续表 1

序号	化合物名称	分子式	植物来源	文献
118	升麻内酯 B	C ₃₃ H ₄₈ O ₉	b	31
119	升麻醇-3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃阿拉伯糖苷	C ₃₆ H ₅₈ O ₁₀	c	32
120	升麻内酯 A	C ₃₃ H ₅₀ O ₉	b、c	31-32
121	23- <i>O</i> -乙酰基升麻新醇-3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃木糖苷	C ₃₇ H ₅₈ O ₁₀	a、b、c	6, 31, 33
122	23- <i>O</i> -乙酰基升麻新醇-3- <i>O</i> -α- <i>L</i> -吡喃阿拉伯糖苷	C ₃₇ H ₅₈ O ₁₀	a、c	6, 33
123	升麻醇-3- <i>O</i> -α- <i>L</i> -吡喃阿拉伯糖苷	C ₃₅ H ₅₆ O ₉	b、c	16, 33
124	兴安升麻苷 D	C ₃₇ H ₅₆ O ₁₂	b	34
125	兴安升麻苷 C	C ₃₇ H ₅₈ O ₁₂	a、b	12, 34
126	西麻苷 III	C ₃₆ H ₅₆ O ₉	c	35
127	25- <i>O</i> -乙酰基升麻醇-3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃葡萄糖基(1''→2')-β- <i>D</i> -吡喃木糖苷	C ₄₃ H ₆₈ O ₁₆	c	35
128	升麻醇-3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃葡萄糖基(1'''→2'')-β- <i>D</i> -吡喃葡萄糖基-(1''→2')-β- <i>D</i> -吡喃木糖苷	C ₄₉ H ₇₈ O ₂₁	c	35
129	7β-羟基升麻醇-3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃木糖苷	C ₃₅ H ₅₆ O ₁₀	a、c	12, 35
130	25- <i>O</i> -乙酰基升麻醇-3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃半乳糖苷	C ₃₈ H ₆₀ O ₁₁	c	35-36
131	西麻苷 IV	C ₄₃ H ₆₈ O ₁₅	c	37
132	西麻苷 V	C ₄₇ H ₇₆ O ₁₉	c	37
133	25- <i>O</i> -乙酰基升麻醇-3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃葡萄糖基-(1→3)-β- <i>D</i> -吡喃木糖苷	C ₄₃ H ₆₈ O ₁₅	c	37
134	23- <i>O</i> -乙酰基升麻新醇-3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃葡萄糖基-(1→3)-β- <i>D</i> -吡喃木糖苷	C ₄₃ H ₆₈ O ₁₅	c	37
135	23- <i>O</i> -乙酰基升麻醇-3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃木糖苷	C ₃₇ H ₅₈ O ₁₀	b	38
136	24- <i>O</i> -乙酰基升麻醇-3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃木糖苷	C ₃₇ H ₆₀ O ₁₁	b	38
137	升麻苷 H-2	C ₃₅ H ₅₄ O ₁₀	a、c	12, 39
138	升麻醇酮-3- <i>O</i> -α- <i>L</i> -阿拉伯糖苷	C ₃₅ H ₅₂ O ₉	b、c	16, 39
139	升麻槭素 B	C ₃₀ H ₄₈ O ₅	b	40
140	24- <i>O</i> -乙酰基-异北升麻醇-3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃木糖苷	C ₃₇ H ₅₈ O ₁₀	b	40
141	25- <i>O</i> -乙酰基升麻醇	C ₃₂ H ₅₀ O ₆	b、c	39-40
142	升麻醇-3-酮	C ₃₀ H ₄₆ O ₅	a、b、c	12, 39-40
143	西麻苷 VI	C ₃₈ H ₆₀ O ₁₁	c	41
144	西麻苷 VII	C ₄₃ H ₇₀ O ₁₆	c	41
145	24-表-乙酰基升麻新醇-3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃半乳糖苷	C ₃₈ H ₆₂ O ₁₂	c	41
146	小升麻苷 C	C ₄₀ H ₆₄ O ₁₃	c	42
147	cimifoside A	C ₄₀ H ₆₄ O ₁₄	c	42
148	cimifoside B	C ₄₂ H ₆₅ O ₁₄	c	42
149	cimifoside C	C ₄₂ H ₆₇ O ₁₅	c	42
150	cimifoside D	C ₄₂ H ₅₂ O ₁₄	c	42
151	黑升麻苷 D	C ₃₇ H ₅₈ O ₁₁	a、c	12, 42
152	15α-羟基-16-去羟基-16(24)-烯-绿升麻醇-3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃木糖苷	C ₃₂ H ₄₆ O ₉	c	43
153	28-羟基-绿升麻醇-3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃木糖苷	C ₃₂ H ₄₈ O ₁₀	c	43
154	绿升麻醇-3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -木吡喃糖基-(1''→3')-β- <i>D</i> -吡喃木糖苷	C ₃₇ H ₅₆ O ₁₃	c	43
155	积雪草苷 A	C ₄₈ H ₇₈ O ₂₀	c	44
156	12β-羟基升麻醇	C ₃₀ H ₄₈ O ₅	a、c	12, 44
157	26-去羟基阿科特素	C ₃₇ H ₅₆ O ₁₀	b、c	16, 44
158	23-表-26-去羟基阿科特素	C ₃₇ H ₅₆ O ₁₀	b、c	16, 44
159	cimifoetiside A	C ₄₁ H ₆₆ O ₁₄	c	45
160	25- <i>O</i> -乙酰基升麻醇-3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -葡萄糖-(1''→2')-β- <i>D</i> -吡喃木糖苷	C ₄₄ H ₇₀ O ₁₇	c	45
161	25- <i>O</i> -乙酰基升麻醇-3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -葡萄糖-(1''→3')-β- <i>D</i> -吡喃木糖苷	C ₄₃ H ₆₈ O ₁₆	c	45
162	23- <i>O</i> -乙酰基升麻新醇-3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -葡萄糖-(1''→3')-β- <i>D</i> -吡喃木糖苷	C ₄₃ H ₆₈ O ₁₆	c	45
162	cimifoetiside B	C ₄₁ H ₆₆ O ₁₄	a、c	12, 45
164	25- <i>O</i> -乙酰基升麻醇-3- <i>O</i> -[2'- <i>O</i> -(<i>E</i>)-2-丁酰基]-β- <i>D</i> -吡喃木糖苷	C ₄₁ H ₆₂ O ₁₁	c	46
165	25- <i>O</i> -乙酰基升麻醇-3- <i>O</i> -[4'- <i>O</i> -(<i>E</i>)-2-丁酰基]-β- <i>D</i> -吡喃木糖苷	C ₄₁ H ₆₂ O ₁₁	c	46
166	25- <i>O</i> -乙酰基升麻醇-3- <i>O</i> -[3'- <i>O</i> -乙酰基]-β- <i>D</i> -吡喃木糖苷	C ₃₉ H ₆₀ O ₁₁	c	46
167	25- <i>O</i> -乙酰基升麻醇-3- <i>O</i> -[4'- <i>O</i> -乙酰基]-β- <i>D</i> -吡喃木糖苷	C ₃₉ H ₆₀ O ₁₁	c	46
168	25- <i>O</i> -乙酰基-12β-乙酰氧基-升麻醇-3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃木糖苷	C ₃₉ H ₆₀ O ₁₂	c	46
169	3'- <i>O</i> -乙酰基阿科特素	C ₃₉ H ₅₈ O ₁₂	c	46
170	3'- <i>O</i> -乙酰基-23-表-26-脱氧阿科特素	C ₃₉ H ₅₈ O ₁₁	c	46
171	actrin-3-one	C ₃₁ H ₄₈ O ₄	c	46
172	26-脱氧阿科特醇	C ₃₃ H ₅₀ O ₅	c	46
173	阿科特醇	C ₃₂ H ₄₈ O ₇	a、c	12, 46
174	12β-乙酰氧基升麻醇	C ₃₂ H ₅₀ O ₇	b、c	14, 46
175	绿升麻苷 A	C ₄₁ H ₇₀ O ₁₃	c	47
176	绿升麻苷 B	C ₄₁ H ₆₂ O ₁₄	c	47
177	绿升麻苷 D	C ₃₆ H ₆₂ O ₉	c	47
178	绿升麻苷 E	C ₄₁ H ₇₀ O ₁₅	c	47
179	绿升麻苷 C	C ₄₁ H ₇₀ O ₁₄	a、c	12, 47
180	12β-乙酰氧基-3β,15α,16α,-24α-四羟基-25,26,27-三降-16,24-环-环阿尔廷-7-烯-C ₃₆ H ₅₀ O ₁₁		a	48
	23-酮 3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃木糖苷			

续表 1

序号	化合物名称	分子式	植物来源	文献
181	3 β ,11 β -二羟基-24,25,26,27-四降-环阿尔廷-7-烯-23,16 β -酯 3- <i>O</i> - β -D-吡喃木糖苷	C ₃₁ H ₄₆ O ₈	a	48
182	23 <i>R</i> ,24 <i>S</i> -二乙酰氧基-15,25-二羟基-环阿尔廷烷-7-烯-16-酮 3- <i>O</i> - β -D-吡喃木糖苷	C ₃₉ H ₆₀ O ₁₂	a	48
183	23 <i>R</i> -乙酰氧基-24 <i>R</i> -15,25-三羟基-环阿尔廷-7-烯-16-酮 3- <i>O</i> - β -D-吡喃木糖苷	C ₃₇ H ₅₈ O ₁₁	a	48
184	3 β ,15 α ,16 α ,24 α -四羟基-25,26,27-三降-16,24-环氧-环-环阿尔廷烷-23-酮-3- <i>O</i> - β -D-吡喃木糖苷	C ₃₂ H ₅₀ O ₉	a、b	11, 48
185	2'',24- <i>O</i> -二乙酰基异北升麻醇-3- <i>O</i> - α -L-吡喃阿拉伯糖苷	C ₃₉ H ₆₀ O ₁₁	c	49
186	12 β -羟基-25-脱水升麻醇	C ₃₀ H ₄₆ O ₅	c	49
187	12 β -羟基-15-脱氧升麻醇	C ₃₀ H ₄₈ O ₅	c	49
188	2''- <i>O</i> -乙酰基-24-表-升麻醇-3- <i>O</i> - α -L-吡喃阿拉伯糖苷	C ₃₇ H ₅₈ O ₁₀	c	49
189	2''- <i>O</i> -乙酰基升麻醇-3- <i>O</i> - β -D-吡喃木糖苷	C ₃₇ H ₅₈ O ₁₀	c	49
190	2'',23- <i>O</i> -二乙酰基升麻新醇-3- <i>O</i> - α -L-吡喃阿拉伯糖苷	C ₃₉ H ₆₀ O ₁₁	c	49
191	2'',24- <i>O</i> -二乙酰基-25-脱水氢化升麻新醇-3- <i>O</i> - α -L-吡喃阿拉伯糖苷	C ₃₉ H ₆₀ O ₁₁	c	49
192	12 β -氢化升麻醇-3-酮	C ₃₀ H ₄₆ O ₆	c	49
193	4'',23- <i>O</i> -二乙酰基升麻新醇-3- <i>O</i> - α -L-吡喃阿拉伯糖苷	C ₃₉ H ₆₀ O ₁₁	c	49
194	12 β - <i>O</i> -acetylcimiracemonol	C ₃₁ H ₄₈ O ₇	c	49
195	25- <i>O</i> -乙酰基升麻醇-3- <i>O</i> - α -L-吡喃阿拉伯糖苷	C ₃₇ H ₅₈ O ₁₀	c	49
196	异北升麻醇	C ₃₀ H ₄₈ O ₅	c	49
197	12 β -氢化升麻醇-3- <i>O</i> - β -D-吡喃木糖苷	C ₃₅ H ₅₆ O ₁₀	c	49
198	12 β -氢化升麻醇	C ₃₀ H ₄₈ O ₆	c	49
199	升麻醇-12-酮	C ₃₀ H ₄₆ O ₆	a、c	12, 49
200	20(<i>R</i>),23(<i>R</i>),24(<i>R</i>),25(<i>S</i>),26(<i>S</i>)-16 β :23:23:26:24:25-三环氧-12 β -乙酰氧基-3 β ,26-二羟基-9,19-环阿屯醇-7-烯-3- <i>O</i> - β -D-吡喃木糖苷	C ₃₂ H ₄₆ O ₇	b	50
201	24- <i>O</i> -乙酰基兴安升麻醇-3- <i>O</i> - β -D-吡喃木糖苷	C ₃₇ H ₅₈ O ₁₀	b	50
202	24- <i>O</i> -乙酰基异北升麻醇-3- <i>O</i> - α -L-吡喃阿拉伯糖苷	C ₃₇ H ₅₈ O ₁₀	b、c	49-50
203	12 β - <i>O</i> -乙酰基升麻醇-3- <i>O</i> - β -D-木糖苷	C ₃₇ H ₅₈ O ₁₁	a、b、c	7, 12, 50
204	cimiheraclein E	C ₃₀ H ₄₆ O ₆	a	51
205	cimiheraclein F	C ₃₇ H ₅₆ O ₁₁	a	51
206	cimiheraclein G	C ₃₁ H ₄₆ O ₇	a	51
207	23- <i>O</i> -乙酰基-7(8)-烯-升麻新醇-3- <i>O</i> -[2'- <i>O</i> -乙酰基]- α -L-吡喃阿拉伯糖苷	C ₃₉ H ₅₈ O ₁₁	a	51
208	cimiheraclein D	C ₃₁ H ₅₀ O ₆	a	51
209	小升麻苷 A	C ₃₅ H ₅₄ O ₉	a	51
210	1 α ,3 β ,19 α ,23-tetrahydroxyurs-12-en-28-oicacid-28- <i>O</i> - β -D-xylopyranoside	C ₃₀ H ₅₀ O ₆	a	51
211	2 α -羟基熊果酸	C ₃₀ H ₄₈ O ₄	a	51
212	25-脱水升麻醇-3- <i>O</i> - α -L-吡喃阿拉伯糖苷	C ₃₅ H ₅₄ O ₈	a、c	49, 51
213	小升麻苷 E	C ₄₀ H ₆₂ O ₁₁	c	52
214	cimifoside E	C ₄₁ H ₆₀ O ₁₄	c	52
215	7,8-二氢-26-脱氧升麻亭	C ₃₇ H ₅₄ O ₁₀	c	52
216	小升麻苷 B	C ₃₅ H ₅₆ O ₉	a、b、c	6, 11, 52
217	24-表-升麻醇-3- α -L-吡喃阿拉伯糖苷	C ₃₅ H ₅₆ O ₉	c	53
218	(3 β ,16 β)-环阿尔廷烷-3,16,22,24,25-五醇 3- β -D-吡喃木糖苷	C ₃₅ H ₆₀ O ₉	c	53
219	(3 β ,15 α ,16 β)-环阿尔廷烷-3,15,16,24,25-五醇 3- β -D-吡喃木糖苷	C ₃₅ H ₆₀ O ₉	c	53
220	24- <i>O</i> -乙酰基-25-脱水升麻新醇 3- β -D-吡喃木糖苷	C ₃₇ H ₅₈ O ₁₀	c	53
221	24-表-升麻醇-3- β -D-吡喃木糖苷	C ₃₅ H ₅₆ O ₉	b、c	50, 53
222	24(<i>S</i>)- <i>O</i> -乙酰基氢化升麻新醇($\Delta^{16,17}$)-烯醇 3- <i>O</i> - β -D-木吡喃糖基-15- <i>O</i> - β -D-吡喃葡萄糖苷	C ₄₃ H ₆₈ O ₁₅	b	54
223	24-表-24- <i>O</i> -乙酰基-氢化升麻新醇 3- <i>O</i> - β -D-吡喃木糖苷	C ₃₇ H ₆₀ O ₁₁	a、b	6, 54
224	3,4-裂环-4-羟基-3-升麻醇酸甲酯	C ₃₁ H ₅₀ O ₇	a	55
225	升麻醇-3- <i>O</i> -[2',4'- <i>O</i> -二乙酰基]- α -L-吡喃阿拉伯糖苷	C ₃₉ H ₆₀ O ₁₁	a	55
226	升麻醇-3- <i>O</i> -[3',4'- <i>O</i> -二乙酰基]- α -L-吡喃阿拉伯糖苷	C ₃₉ H ₆₀ O ₁₁	a	55
227	升麻醇-3- <i>O</i> -[4'- <i>O</i> -乙酰基]- α -L-吡喃阿拉伯糖苷	C ₃₇ H ₅₈ O ₁₀	a	55
228	25-脱水升麻醇-3- <i>O</i> -[3'- <i>O</i> -乙酰基]- α -L-吡喃阿拉伯糖苷	C ₃₇ H ₅₆ O ₉	a	55
229	15,16-裂环-7,8-didehydro-14-formyl-16-氧化-氢化升麻新醇	C ₃₀ H ₄₆ O ₆	a	55
230	7,8-二氢-11-去羟基升麻醇酮	C ₃₀ H ₄₆ O ₄	a	55
231	升麻新醇-3-[2'- <i>O</i> -乙酰基]- α -L-吡喃阿拉伯糖苷	C ₃₇ H ₅₈ O ₁₀	a	55
232	7,8-二去氢-25-乙酰基升麻醇-3- <i>O</i> - α -L-阿拉伯吡喃糖苷	C ₃₇ H ₅₆ O ₁₀	a	55
233	23-表-26-脱氧-7,8-二去氢阿科特醇	C ₃₂ H ₄₆ O ₆	a	55
234	24-表-升麻醇-3-酮	C ₃₀ H ₄₆ O ₅	a、c	7, 55
235	7,8-二去氢-25-脱水升麻醇-3- <i>O</i> - β -D-吡喃木糖苷	C ₃₅ H ₅₂ O ₈	a、b	11, 55
236	金电酮醇	C ₃₀ H ₄₆ O ₅	a、b	14, 55
237	金龟草二醇	C ₃₀ H ₄₆ O ₅	a、b	18, 55
238	cimisterol A	C ₂₉ H ₄₆ O ₃	c	56
239	aceriphyllol A	C ₃₂ H ₄₈ O ₆	c	56
240	3 β ,6 β -二羟基齐墩果烷-12-烯-27-酸	C ₃₀ H ₄₈ O ₄	c	56
241	1,7-二烯-升麻醇-3,12-二酮	C ₃₀ H ₄₀ O ₆	c	57

续表 1

序号	化合物名称	分子式	植物来源	文献
242	1-烯-升麻醇-3,11-二酮	C ₃₀ H ₄₂ O ₆	c	57
243	11β-羟基-7-烯-升麻醇-3-酮	C ₃₀ H ₄₄ O ₆	c	57
244	(20R,24R)-24,25-环氧-11β-羟基-7-烯-9,19-环阿屯醇-3,16,23-三酮	C ₃₀ H ₄₂ O ₅	c	57
245	cimdalgnoside A	C ₅₇ H ₈₄ O ₂₂	b	58
246	cimdalgnoside B	C ₆₃ H ₉₄ O ₂₇	b	58
247	cimdalgnoside C	C ₅₈ H ₈₆ O ₂₃	b	58
248	cimdalgnoside D	C ₅₆ H ₈₂ O ₂₂	b	58
250	cimdalgnoside E	C ₄₃ H ₆₈ O ₁₆	b	58
251	cimdalgnoside F	C ₄₄ H ₇₀ O ₁₇	b	58
252	cimdalgnoside G	C ₄₂ H ₆₆ O ₁₅	b	58
253	cimdalgnoside H	C ₄₂ H ₆₆ O ₁₅	b	58
254	20S,22R,23S,24R-16β,23;22,25-二环氧-环阿尔廷烷-3β,23,24-三醇-3-O-(6-O-反式-异阿魏酰基-β-D-吡喃葡萄糖基)-(1-2)-β-D-吡喃葡萄糖基-(1-2)-β-D-吡喃木糖苷	C ₅₇ H ₈₄ O ₂₂	b	58
255	24-表-24-O-乙酰基-7,8-二去氢升麻新醇-3-O-β-D-吡喃半乳糖苷	C ₃₈ H ₆₀ O ₁₂	b	58
256	23-O-乙酰基升麻新醇木糖苷	C ₃₇ H ₅₈ O ₁₀	b	58
257	升麻苷 1S	C ₃₇ H ₅₆ O ₁₁	b	58
258	23-表-26-脱氧升麻苷	C ₃₇ H ₅₄ O ₁₀	b	58
259	大三叶升麻苷 B	C ₄₁ H ₆₄ O ₁₄	a、b	9, 58
260	升麻醇-3-O-[2'-O-(E)-2-丁酰基]-α-L-吡喃阿拉伯糖苷	C ₃₉ H ₆₀ O ₁₀	b	59
261	25-O-乙酰基升麻醇-3-O-[4'-O-乙酰基]-α-L-吡喃阿拉伯糖苷	C ₃₉ H ₆₀ O ₁₁	b	59
262	25-O-乙酰基升麻醇-3-O-[3'-O-乙酰基]-α-L-吡喃阿拉伯糖苷	C ₃₉ H ₅₉ O ₁₁	b	59
263	11β-羟基-7(8)-烯-升麻醇	C ₃₀ H ₄₆ O ₆	b	59
264	11β-羟基-15-脱氧升麻醇-7(8)-烯-3-酮	C ₃₀ H ₄₄ O ₅	b	59
265	升麻醇-7(8)-烯-3-酮	C ₃₀ H ₄₄ O ₅	b	59
266	升麻醇-1(2),7(8)-二烯-3-酮	C ₃₀ H ₄₂ O ₅	b	59
267	24-O-乙酰基异北升麻醇	C ₃₂ H ₅₀ O ₆	b	59
268	24-O-乙酰基-7(8)-烯-异北升麻醇	C ₃₂ H ₄₈ O ₆	b	59
269	23-O-二乙酰基-7(8)-烯-升麻新醇 3-O-α-L-吡喃阿拉伯糖苷	C ₃₉ H ₅₈ O ₁₁	b	59
270	24-表-升麻醇-7(8)-烯-3-酮	C ₃₀ H ₄₄ O ₅	b	59
271	升麻醇-1(2)-烯-3-酮	C ₃₀ H ₄₄ O ₅	b	59
272	25-O-乙酰基升麻醇-3-O-[2'-O-乙酰基]-α-L-吡喃阿拉伯糖苷	C ₃₉ H ₆₀ O ₁₁	b	59
273	25-脱水升麻醇-3-O-[2'-O-乙酰基]-β-D-吡喃木糖苷	C ₃₇ H ₅₆ O ₉	b	59
274	24-O-乙酰基-7(8)-烯-氢化升麻新醇	C ₃₂ H ₅₀ O ₇	b	59
275	24-O-乙酰基异北升麻醇-3-O-[2'-O-乙酰基]-α-L-吡喃阿拉伯糖苷	C ₃₉ H ₆₀ O ₁₁	b	59
276	cizmiracemonol B	C ₃₀ H ₄₈ O ₅	b	59
277	9,10-裂环-1(10),7(8),9(11)-三烯-升麻醇	C ₃₀ H ₄₅ O ₄	a、b	12, 59
278	升麻内酯 E	C ₃₅ H ₅₂ O ₁₀	c	60
279	升麻内酯 F	C ₃₇ H ₅₄ O ₁₀	c	60
280	2'-O-(E)-丁酰基-23-表-26-脱氧阿科特素	C ₄₁ H ₆₀ O ₁₁	c	60
281	2'-O-乙酰基黑升麻苷 H	C ₃₉ H ₆₀ O ₁₂	c	60
282	cimicilactone A	C ₃₃ H ₅₀ O ₉	c	60
283	2'-O-乙酰基黑升麻苷 M	C ₃₉ H ₆₀ O ₁₁	c	60
284	12β-羟基-7(8)-烯-升麻醇	C ₃₀ H ₄₆ O ₆	a、b、c	12, 59-60
285	25-O-甲基升麻醇	C ₃₁ H ₅₀ O ₅	b	61
286	25-脱氢升麻醇	C ₃₀ H ₄₆ O ₄	b	61
287	cimifetidanols A	C ₃₀ H ₄₄ O ₅	c	62
288	cimifetidanols B	C ₃₅ H ₅₄ O ₁₀	c	62
289	cimifetidanoside A	C ₃₅ H ₅₄ O ₁₀	c	62
290	cimifetidanoside B	C ₃₅ H ₅₄ O ₁₀	c	62
291	cimifetidanoside C	C ₃₅ H ₅₂ O ₁₀	c	62
292	cimifetidanoside D	C ₃₅ H ₅₂ O ₉	c	62
293	cimifetidanoside E	C ₃₅ H ₅₃ O ₉	c	62
294	cimifetidanoside F	C ₃₇ H ₅₈ O ₁₀	c	62
295	cimifetidanoside G	C ₃₇ H ₅₈ O ₁₀	c	62
296	cimifetidanoside H	C ₃₇ H ₅₈ O ₁₁	c	62
297	25,3'-O-二乙酰基升麻醇-3-β-D-吡喃木糖苷	C ₃₉ H ₆₀ O ₁₁	c	62
298	25,4'-O-二乙酰基升麻醇-3-O-β-D-吡喃木糖苷	C ₃₉ H ₆₀ O ₁₁	c	62
299	(3β,12β,15α,24R)-12,2'-二乙酰氧基-24,25-环氧-15-羟基-16,23-二酮-3-O-α-L-吡喃阿拉伯糖苷	C ₃₉ H ₅₈ O ₁₂	c	63
300	积雪草苷 B	C ₄₈ H ₇₈ O ₂₀	c	63
301	cimifoetidanol A	C ₃₀ H ₄₄ O ₅	c	64
302	cimifoetidanol B	C ₃₀ H ₄₄ O ₅	c	64
303	cimifoetidanoside A	C ₃₆ H ₅₄ O ₁₀	c	64
304	cimifoetidanoside B	C ₃₆ H ₅₄ O ₁₀	c	64

续表 1

序号	化合物名称	分子式	植物来源	文献
305	cimifoetidoside C	C ₃₅ H ₅₂ O ₉	c	64
306	cimifoetidoside D	C ₃₅ H ₅₂ O ₉	c	64
307	cimifoetidoside E	C ₃₅ H ₅₂ O ₉	c	64
308	cimifoetidoside F	C ₃₇ H ₅₈ O ₁₀	c	64
309	cimifoetidoside G	C ₃₇ H ₅₈ O ₁₀	c	64
310	cimifoetidoside H	C ₃₇ H ₅₈ O ₁₁	c	64
311	cimifoetidoside I	C ₃₉ H ₅₈ O ₁₀	c	64
312	25- <i>O</i> -乙酰基升麻醇-3- <i>O</i> -[2'- <i>O</i> -乙酰基]-β- <i>D</i> -吡喃木糖苷	C ₃₉ H ₆₀ O ₁₁	c	64
313	乙酰阿科特醇	C ₃₂ H ₄₆ O ₇	c	64
314	23-表-26-脱氧乙酰基阿科特醇	C ₃₂ H ₄₈ O ₆	c	64
315	2'- <i>O</i> -乙酰基升麻苷 H-1	C ₃₇ H ₅₄ O ₁₀	c	64
316	cimicidol	C ₃₀ H ₄₆ O ₆	c	64
317	cimdahxynoside A	C ₄₃ H ₆₈ O ₁₅	b	65
318	cimdahxynoside B	C ₄₃ H ₆₈ O ₁₅	b	65
319	cimdahxynoside C	C ₄₃ H ₆₆ O ₁₅	b	65
320	cimdahxynoside D	C ₃₆ H ₅₆ O ₁₁	b	65
321	cimdahxynoside E	C ₃₆ H ₅₆ O ₁₁	b	65
322	cimdahxynoside F	C ₃₅ H ₅₄ O ₉	b	65
323	cimdahxynoside G	C ₃₅ H ₅₂ O ₈	b	65
324	cimdahxynoside H	C ₃₅ H ₅₄ O ₈	b	65
325	cimdahxynoside I	C ₄₁ H ₆₆ O ₁₄	b	65
326	cimdahxynoside J	C ₄₃ H ₆₄ O ₁₆	b	65
327	3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -木吡喃糖基升麻醇-15- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃葡萄糖苷	C ₄₁ H ₆₆ O ₁₄	b	65
328	24- <i>O</i> -乙酰基氢化升麻新醇 3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃木糖苷-Δ 16,17-烯醇醚	C ₃₇ H ₅₈ O ₁₀	b	65
329	升麻新醇木糖苷	C ₃₅ H ₅₆ O ₉	b	65
330	7,8-二去氢升麻醇-3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃半乳糖苷	C ₃₆ H ₅₆ O ₁₀	b	65
331	24-乙酰基异北升麻醇-3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃木糖苷	C ₃₇ H ₅₈ O ₁₀	b、c	29, 65
332	4'- <i>O</i> -乙酰基升麻醇-3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃木糖苷	C ₃₇ H ₅₈ O ₁₀	c	66
333	2',12- <i>O</i> -二乙酰基-25-脱水升麻醇-3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃木糖苷	C ₃₉ H ₅₈ O ₁₁	c	66
334	12β-羟基-1,19,9,11-二去氢-9,10-裂环-升麻醇-3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃木糖苷	C ₃₅ H ₅₄ O ₁₀	c	66
335	(23 <i>S</i> ,24 <i>R</i>)-12β-hydroxy-7,8-dihydro-12-deacetyl-acetaeapoxide-3-one	C ₃₀ H ₄₆ O ₆	c	66
336	16,17-二脱氢-2',24- <i>O</i> -二乙酰基升麻新醇-3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃木糖苷	C ₃₉ H ₆₀ O ₁₁	c	66
337	(23 <i>S</i> ,24 <i>S</i> ,25 <i>S</i>)-16,23:23-,26-二环氧-24,25-二羟基-9,19-环阿尔廷-1,2-烯-3,12-二酮	C ₃₀ H ₄₂ O ₆	c	66
338	24(<i>S</i>)- <i>O</i> -乙酰基氢化升麻新醇 3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃木糖苷	C ₃₇ H ₆₀ O ₁₁	c	66
339	25- <i>O</i> -乙酰基-7,8-二去氢升麻醇-3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -(2-乙酰基)吡喃木糖苷	C ₃₉ H ₅₈ O ₁₁	c	67
340	升麻三萜色原酮 A	C ₅₉ H ₈₄ O ₂₀	c	68
341	升麻三萜色原酮 B	C ₅₉ H ₈₄ O ₂₀	c	68
342	升麻三萜色原酮 C	C ₅₃ H ₇₄ O ₁₈	c	68
343	升麻三萜色原酮 D	C ₅₉ H ₈₆ O ₂₁	c	68
344	升麻三萜色原酮 E	C ₅₉ H ₈₆ O ₂₁	c	68
345	升麻三萜色原酮 F	C ₅₇ H ₈₂ O ₁₉	c	68
346	升麻三萜色原酮 G	C ₅₇ H ₈₀ O ₁₉	c	68
347	(23 <i>R</i> ,24 <i>S</i>)-16β,23;16α,24-二环氧-环阿尔廷-7-烯-3β,11β,25-三醇 3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -木糖苷	C ₃₅ H ₅₄ O ₉	c	68
348	24- <i>O</i> -乙酰基-氢化升麻新醇 3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃木糖苷	C ₃₇ H ₆₀ O ₁₀	a、b、c	11-12, 68
349	25-三环氧-12β-乙酰氧基-3β,26-二羟基-9,19-环阿屯醇-7-烯	C ₃₂ H ₄₆ O ₇	b	69
350	23- <i>O</i> -甲基升麻槭素 B	C ₃₁ H ₅₀ O ₅	b	69
351	rubraside A	C ₃₅ H ₅₆ O ₉	b	70
352	黑升麻苷 E	C ₃₇ H ₅₈ O ₁₀	b	70
353	阿科特醇-3- <i>O</i> -2'- <i>O</i> -[(<i>E</i>)-2-丁酰基]-β- <i>D</i> -吡喃木糖苷	C ₄₁ H ₆₀ O ₁₂	c	71
354	25- <i>O</i> -乙酰基升麻醇-3- <i>O</i> -[2'- <i>O</i> -3-甲氧基 3-氧化-丙酰基]-β- <i>D</i> -吡喃木糖苷	C ₄₁ H ₆₂ O ₁₃	c	71
355	25- <i>O</i> -乙酰基升麻醇-3- <i>O</i> -[3'- <i>O</i> -3-甲氧基 3-氧化-丙酰基]-β- <i>D</i> -吡喃木糖苷	C ₄₁ H ₆₂ O ₁₃	c	71
356	25- <i>O</i> -甲基升麻醇-3- <i>O</i> -[4'- <i>O</i> -乙酰基]-β- <i>D</i> -吡喃木糖苷	C ₃₈ H ₆₀ O ₁₀	c	71
357	soulieside A	C ₃₉ H ₆₀ O ₁₁	c	71
358	25- <i>O</i> -乙酰基升麻醇-3- <i>O</i> -[2'- <i>O</i> -丁酰基]-α- <i>L</i> -吡喃阿拉伯糖苷	C ₄₁ H ₆₂ O ₁₁	c	71
359	(20 <i>S</i> ,24 <i>R</i>)-20,24-环氧-15α,23β,25-三羟基-3β-(β- <i>D</i> -吡喃木糖)-9,19-环阿尔廷-7-烯-16-酮	C ₃₅ H ₅₄ O ₁₀	b	72
360	11-dehydro-15α-hydroxyximicidol-3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -xylopyranoside	C ₃₅ H ₅₄ O ₁₀	b	72
361	12β-羟基-7,8-二去氢升麻醇-3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃木糖苷	C ₃₅ H ₅₅ O ₁₀	b	72
362	24- <i>O</i> -乙酰基-7,8-二去氢升麻醇-3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃木糖苷	C ₃₇ H ₅₈ O ₁₁	a、b	12, 72
363	积雪草苷 I	C ₃₇ H ₅₆ O ₁₀	b	73
364	黑升麻苷 H	C ₃₇ H ₅₈ O ₁₁	b	73
365	黑升麻苷 F	C ₃₇ H ₅₆ O ₁₁	b	73

续表 1

序号	化合物名称	分子式	植物来源	文献
366	15,16-裂环-升麻萜烯 B	C ₃₅ H ₅₆ O ₁₀	b	73
367	(16S,20S,24R)-12β-乙酰氧基-16,23-环氧-24,25-二羟基-3β-(β-D-吡喃木糖)-9,19-环阿屯醇-22(23)-烯	C ₃₇ H ₅₄ O ₁₀	b	73
368	升麻三萜色原酮 H	C ₅₉ H ₈₆ O ₂₁	c	74
369	升麻三萜色原酮 I	C ₅₉ H ₈₄ O ₂₀	c	74
360	cimimanol A	C ₃₈ H ₅₈ O ₁₂	c	75
370	cimimanol B	C ₃₅ H ₅₆ O ₁₀	c	75
371	cimimanol C	C ₄₂ H ₆₆ O ₁₄	c	75
372	cimimanol D	C ₄₀ H ₆₂ O ₁₃	c	75
373	cimimanol E	C ₄₀ H ₆₀ O ₁₃	c	75
374	cimimanol F	C ₄₃ H ₆₂ O ₁₆	c	75
375	升麻苷 H-3	C ₃₂ H ₄₈ O ₉	c	75
376	cimifoetidanose G	C ₃₇ H ₅₈ O ₁₀	c	75
377	(16S,20S,24R)-12β-乙酰氧基-16,23-环氧-24,25-二羟基-3β-(β-D-吡喃木糖)-9,19-环阿屯醇-22(23)-烯	C ₃₇ H ₅₈ O ₁₁	c	75
378	23-表-26-脱氧阿科特素	C ₃₇ H ₅₆ O ₁₀	c	75
379	24(R)-O-乙酰氢化升麻新醇 3-O-β-D-木糖苷	C ₃₇ H ₆₀ O ₁₁	c	75
380	升麻环氧醇苷	C ₃₅ H ₅₆ O ₉	b	76

a-大三叶升麻 b-兴安升麻 c-升麻, 下同

a-*C. heracleifolia* b-*C. dahurica* c-*C. foetida*, same as below

表 2 1990—2021 年从《中国药典》升麻中发现的酚酸类化合物

Table 2 Structures of phenolic acids found in *Cimicifugae Rhizoma* from Chinese Pharmacopoeia in 1990—2021

序号	化合物名称	分子式	植物来源	文献
1	顺式-阿魏酸-4-O-β-D-吡喃半乳糖苷	C ₁₆ H ₂₀ O ₉	a	12
2	cimicifugone	C ₁₈ H ₁₆ O ₇	b	15
3	阿魏酸甲酯	C ₁₁ H ₁₂ O ₄	b	15
4	3-甲氧基异阿魏酸	C ₁₁ H ₁₂ O ₅	c	39
5	甲基阿魏酸	C ₁₁ H ₁₂ O ₄	b	40
6	3,4-二羟基苯甲酸	C ₇ H ₆ O ₄	b	50
7	2(R), 3(S)-2-阿魏酰基番石榴酸-4''-(β-D-阿洛糖基)-1-乙酯	C ₂₉ H ₃₄ O ₁₅	b	54
8	番石榴酸-4-乙酯	C ₁₃ H ₁₆ O ₇	b	54
9	番石榴酸-1-乙酯	C ₁₃ H ₁₆ O ₇	b	54
10	3-甲氧基-4-乙氧基-苯丙酸	C ₁₂ H ₁₄ O ₄	b	61
11	咖啡酸乙酯	C ₁₁ H ₁₂ O ₄	b	70
12	对羟基苯乙酸	C ₈ H ₈ O ₃	b	70
13	肉桂酸	C ₉ H ₈ O ₂	b	70
14	对羟基桂皮酸	C ₉ H ₈ O ₃	b	70
15	3-乙酰氧基咖啡酸	C ₁₁ H ₁₁ O ₆	c	77
16	顺式-阿魏酸-4-O-β-D-吡喃阿洛糖苷	C ₁₆ H ₁₉ O ₉	a	78
17	反式-阿魏酰基胺-4-O-β-D-吡喃阿洛糖苷	C ₂₄ H ₂₈ NO ₉	a	78
18	反式-阿魏酰基-(3-O-甲基)多巴胺 4-O-β-D-吡喃阿洛糖苷	C ₂₅ H ₃₀ NO ₁₀	a	78
19	蜂斗酸	C ₁₁ H ₁₂ O ₈	a、b	16, 78
20	反式-阿魏酸-4-O-β-D-吡喃阿洛糖苷	C ₁₆ H ₁₉ O ₉	a、b	54, 78
21	异阿魏酸	C ₁₀ H ₁₀ O ₄	a、b、c	4, 77-78
22	2-咖啡酰基番石榴酸	C ₂₀ H ₁₈ O ₁₀	b	79
23	咖啡酸 3-O-β-D-吡喃葡萄糖苷	C ₁₅ H ₁₈ O ₉	b	79
24	阿魏酸乙酯	C ₁₂ H ₁₄ O ₄	b	79
25	咖啡酸葡萄糖酯苷	C ₁₅ H ₁₇ O ₉	b、c	77, 79
26	升麻酸	C ₂₀ H ₂₀ O ₇	c	80
27	4-O-乙酰基咖啡酸	C ₁₁ H ₁₀ O ₅	c	80
28	芥子酸	C ₁₁ H ₁₂ O ₅	c	80
29	咖啡酸甲酯	C ₁₀ H ₁₀ O ₄	b、c	70-80
30	阿魏酸	C ₁₀ H ₁₀ O ₄	a、b、c	12, 40, 80
31	咖啡酸	C ₉ H ₈ O ₄	a、b、c	12, 80-81
32	shomaside D	C ₂₆ H ₂₇ O ₁₃	a、b	82
33	shomaside E	C ₂₅ H ₃₀ O ₁₁	a、b	82
34	升麻酸 H	C ₁₈ H ₁₆ O ₁₀	a、b	82
35	升麻酸 I	C ₂₂ H ₂₂ O ₁₂	a、b	82
36	升麻酸 C	C ₂₀ H ₁₈ O ₁₀	a、b	82
37	升麻酸 J	C ₂₂ H ₂₂ O ₁₁	a、b	12, 82
38	shomaside A	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₆	a、b	16, 82
39	shomaside C	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₅	a、b	16, 82
40	升麻酸 D	C ₂₀ H ₁₈ O ₁₀	a、b	16, 82

续表 2

序号	化合物名称	分子式	植物来源	文献
41	shomaside B	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₅	a、b	78, 82
42	升麻酸 G	C ₂₀ H ₁₈ O ₁₁	a、b	79, 82
43	升麻酸 A	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₁	a、b	82-83
44	升麻酸 B	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₁	a、b	82-83
45	升麻酸 E	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₀	a、b	82-83
46	升麻酸 F	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₀	a、b	82-83
47	5-羟基-2-甲氧基苯甲酸	C ₈ H ₈ O ₄	b	84
48	苯甲酸 4-O-β-D-葡萄糖苷	C ₁₃ H ₁₆ O ₈	b	84
49	反式-阿魏酸-4-O-β-D-葡萄糖苷	C ₁₆ H ₂₀ O ₉	b	84
50	芥子酸-4-O-β-D-葡萄糖苷	C ₁₇ H ₂₂ O ₁₀	b	84
51	6,6'-二-O-芥子酰基蔗糖	C ₃₄ H ₄₂ O ₁₉	b	84
52	N-反式-阿魏酰酰胺-4-O-β-D-吡喃阿洛糖苷	C ₂₄ H ₂₉ NO ₉	b	84
53	N-反式-3'-甲氧基-4'-阿魏酰酰胺-4-O-β-D-吡喃阿洛糖苷	C ₂₅ H ₃₁ NO ₁₀	b	84
54	N-反式-3'-甲氧基-4'-阿魏酰酰胺-4-O-β-D-葡萄糖苷	C ₂₅ H ₃₁ NO ₁₀	b	84
55	银桦素 G	C ₁₄ H ₂₀ O ₈	b	84
56	番石榴酸	C ₁₁ H ₁₂ O ₇	a、b	78, 84
57	4-羟基-2-(2E-8-羟基-3,7-二甲基-2-辛烯基)-5-醋酸 β-D-吡喃葡萄糖苷	C ₂₄ H ₃₆ O ₁₀	b	85
58	2-异阿魏酰基-番石榴酸	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₀	b	85
59	2-阿魏酰基-番石榴酸	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₀	b	85
60	1-O-阿魏酰基-β-D-吡喃葡萄糖苷	C ₁₆ H ₂₀ O ₉	b	85
61	3, 4-二甲氧基肉桂酸	C ₁₁ H ₁₂ O ₄	b	85
62	4'-甲氧基-3'-羟基-羧基苯甲酰异阿魏酸酐	C ₁₈ H ₁₆ O ₇	b	12, 85
63	反式-阿魏酸-4-O-β-D-吡喃半乳糖苷	C ₁₆ H ₂₀ O ₉	a、b	12, 85
64	羧甲基异阿魏酸	C ₁₂ H ₁₂ O ₆	a、b	83, 85
65	丹皮酚	C ₉ H ₁₀ O ₃	c	86
66	反式-阿魏酰酰胺-4-O-β-D-吡喃葡萄糖苷	C ₂₄ H ₂₉ NO ₉	b	87
67	反式-异阿魏酸 3-O-β-D-吡喃阿洛糖苷	C ₁₆ H ₂₀ O ₉	b	88
68	3,5-二羟基苯乙醇 3-O-β-D-吡喃阿洛糖苷	C ₁₄ H ₂₀ O ₈	b	88
69	shomaside H	C ₂₈ H ₃₂ O ₁₅	b	88
70	蜂斗菜酸	C ₂₀ H ₁₈ O ₁₁	a、b	82, 88
71	shomaside G	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₅	b	89
72	升麻酸 L	C ₁₂ H ₁₂ O ₁₀	b	89
73	cimicifugaside A	C ₃₂ H ₃₈ O ₁₇	b	89
74	cimicifugaside B	C ₃₃ H ₄₀ O ₁₈	b	89
75	cimicifugaside C	C ₂₇ H ₃₄ O ₁₃	b	89
76	cimicifugaside D	C ₂₇ H ₃₄ O ₁₃	b	89
77	cimicifugaside E	C ₂₇ H ₃₆ O ₁₃	b	89

表 3 1990—2021 年从《中国药典》升麻中发现的色酮类化合物

Table 3 Structures of chromones found in *Cimicifugae Rhizoma* from Chinese Pharmacopoeia in 1990—2021

序号	化合物名称	分子式	植物来源	文献
1	升麻素-4'-O-[6"-阿魏酰基]-β-D-吡喃葡萄糖苷	C ₃₂ H ₃₆ O ₁₄	c	7
2	降凯林苷	C ₂₃ H ₂₆ O ₁₄	a	9
3	凯琳醇-β-D-吡喃葡萄糖苷	C ₁₉ H ₁₈ O ₁₀	c	10
4	5,7-二羟基-2-甲基苯并吡喃-4-酮	C ₁₀ H ₈ O ₄	c	39
5	6'-hydroxylangelicin	C ₁₅ H ₁₆ O ₇	c	39
6	降升麻素	C ₁₅ H ₁₆ O ₆	c	39
7	伪凯琳醇	C ₁₂ H ₈ O ₅	c	39
8	白芷素葡萄糖苷	C ₂₁ H ₂₆ O ₁₁	c	39
9	前胡宁	C ₁₅ H ₁₆ O ₄	b	61
10	升麻素葡萄糖苷	C ₂₂ H ₂₈ O ₁₁	b、c	18, 68
11	升麻素葡萄糖苷	C ₂₂ H ₂₈ O ₁₁	c	77
12	升麻素	C ₁₆ H ₁₈ O ₆	b、c	77, 81

表 4 1990—2021 年从《中国药典》升麻中发现的其他类化合物

Table 4 Structures of other compounds found in *Cimicifugae Rhizoma* from Chinese Pharmacopoeia in 1990—2021

序号	化合物名称	分子式	植物来源	文献
1	(<i>E</i>)-3-(3'-甲基亚丁烯基)-2-吡啶酮	C ₁₃ H ₁₅ NO	c	7
2	去甲氧基-升麻酰胺	C ₂₄ H ₂₉ NO ₉	a	9
3	β- <i>D</i> -果呋糖基-α- <i>D</i> -吡喃葡萄糖苷	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	a	12
4	异落叶松树脂素-3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃葡萄糖苷	C ₂₆ H ₃₄ O ₁₁	a	12
5	(<i>E</i>)-3-(3'-甲基-2'-亚丁烯基)-1-甲基-2-吡啶酮	C ₁₃ H ₁₃ NO	b	15
6	环吡酮胺	C ₇ H ₁₁ N ₃ O	b	16
7	升麻酰胺 A	C ₂₄ H ₂₉ NO ₁₀	a、b	12, 16
8	(<i>E</i>)-3-(3'-甲基-2'-亚丁烯基)-2-吡啶酮	C ₁₃ H ₁₃ NO	b	17
9	β-谷甾醇	C ₂₉ H ₅₀ O	b、c	17
10	豆甾醇葡萄糖苷	C ₃₅ H ₅₈ O ₆	b	17
11	丁香脂素二- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃阿洛糖苷	C ₃₄ H ₄₆ O ₁₈	b	18
12	(+)-松脂醇二- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃阿洛糖苷	C ₃₂ H ₄₂ O ₁₆	b	18
13	京尼平苷	C ₂₃ H ₃₄ O ₁₅	b	18
14	(2 <i>E</i>)-3-[4-(β- <i>D</i> -吡喃阿洛糖基)-3-甲氧基-苯基]- <i>N</i> -[2-(4-羟基-3-甲氧基苯基)乙基]-2-丙烯酰胺	C ₂₅ H ₃₁ NO ₁₀	b	18
15	芍药苷	C ₂₃ H ₂₈ O ₁₁	a、b	9, 18
16	岩白菜素	C ₁₄ H ₁₆ O ₉	c	39
17	胡萝卜苷	C ₃₅ H ₆₀ O ₆	c	26, 39
18	α- <i>D</i> -吡喃葡萄糖基-β- <i>D</i> -呋喃果糖苷	C ₁₈ H ₄₂ O ₂₁	c	42
19	4-[3'- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃阿洛糖基-4'-羟基苯基]-2-丁酮	C ₁₆ H ₂₂ O ₈	b	54
20	2-(1 <i>H</i> -吡啶-3-乙基)-6-异丁基-4-甲基螺[环己烯并[3]烯-1,3'-二氢吡啶]-2'-酮	C ₂₆ H ₂₈ ON ₂ Na	c	64
21	6-异次黄嘌呤核苷	C ₁₀ H ₁₂ N ₄ O ₅	c	77
22	<i>D</i> -葡萄糖	C ₆ H ₁₂ O ₆	c	77
23	蔗糖	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	b、c	17, 77
24	马栗树皮素(6,7-二羟基香豆素)	C ₉ H ₆ O ₄	c	80
25	淫羊藿次苷 B ₂	C ₁₉ H ₃₀ O ₈	b	81
26	柑橘苷 A	C ₁₉ H ₃₀ O ₈	b	81
27	alopecuquinone	C ₁₄ H ₁₈ O ₈	b	81
28	3-hydroxymegastigmasta-5,7-dien-9-one-3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -glucopyranoside	C ₁₉ H ₃₀ O ₇	b	81
29	picrionoside A	C ₁₉ H ₃₀ O ₇	b	81
30	槲皮素 3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃半乳糖苷	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₂	b	81
31	山奈酚 3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃半乳糖苷	C ₂₁ H ₂₀ O ₁₁	b	81
32	兴安升麻苷 F	C ₂₆ H ₃₀ O ₁₂	b	84
33	(+)-(2 <i>S</i> ,3 <i>R</i>)-2-(4-羟基-3-甲氧基苯基)-3-[(β- <i>D</i> -吡喃葡萄糖氧基)甲基]-7-甲氧基苯并呋喃-5-丙烯酸	C ₂₆ H ₃₀ O ₁₂	b	84
34	丁香脂素	C ₂₂ H ₂₆ O ₈	b	84
35	丁香脂素-4,4'- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃阿洛糖苷	C ₃₄ H ₄₆ O ₁₈	b	84
36	(-)-5'-甲氧基异落叶松树脂素-3α- <i>O</i> -β- <i>D</i> -葡萄糖苷	C ₂₇ H ₂₆ O ₁₁	b	84
37	(+)-异落叶松树脂素-3α- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃葡萄糖苷	C ₂₆ H ₂₄ O ₁₁	a、b	9, 84
38	己酸	C ₆ H ₁₂ O ₂	c	86
39	甲庚酮	C ₈ H ₁₄ O	c	86
40	芳樟醇	C ₁₀ H ₁₈ O	c	86
41	对-薄荷酮	C ₁₀ H ₁₈ O	c	86
42	(-)-4-松油醇	C ₁₀ H ₁₈ O	c	86
43	胡薄荷酮	C ₁₀ H ₁₆ O	c	86
44	3,5-二甲氧基甲苯	C ₉ H ₁₂ O ₂	c	86
45	吡啶	C ₈ H ₇ N	c	86
46	黄樟烯	C ₁₀ H ₁₀ O ₂	c	86
47	4-乙基愈创木酚	C ₉ H ₁₀ O ₂	c	86
48	间-甲氧基苯乙酮	C ₉ H ₁₀ O ₂	c	86
49	3,4-二甲氧基苯乙酮	C ₁₀ H ₁₂ O ₂	c	86
50	甲基丁香油酚	C ₁₁ H ₁₄ O ₂	c	86
51	3,4,5-三甲氧基甲苯	C ₁₀ H ₁₄ O ₃	c	86
52	肉豆蔻醚	C ₁₁ H ₁₂ O ₃	c	86

续表 4

序号	化合物名称	分子式	植物来源	文献
53	十四烷酸	C ₁₄ H ₂₈ O ₂	c	86
54	1 <i>H</i> -4-(3-甲基-2-丁烯基)吡啶	C ₁₃ H ₁₅ N	c	86
55	十五烷酸	C ₁₅ H ₃₀ O ₂	c	86
56	顺-十六碳烯酸	C ₁₆ H ₃₀ O ₂	c	86
57	棕榈酸	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	c	86
58	亚油酸	C ₁₈ H ₃₂ O ₂	c	86
59	(+)-异落叶松树脂素-3- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃葡萄糖苷	C ₂₆ H ₃₄ O ₁₁	b	87
60	(-)-丁香脂素-4- <i>O</i> -β- <i>D</i> -阿洛糖苷	C ₂₈ H ₃₆ O ₁₃	b	88
61	反式- <i>N</i> -阿魏酰酪胺	C ₁₈ H ₁₉ NO ₄	b	88
62	反式- <i>N</i> -阿魏酰基-3',4'-二羟基苯基乙胺	C ₁₈ H ₁₉ NO ₅	b	88
63	升麻酰胺 B	C ₂₄ H ₂₉ NO ₁₀	b	89
64	升麻酰胺 C	C ₂₅ H ₃₁ NO ₁₀	b	89
65	升麻酰胺 D	C ₂₄ H ₂₉ NO ₈	b	89
66	异升麻酰胺	C ₂₅ H ₃₁ NO ₁₀	b	90
67	北升麻甙	C ₁₄ H ₂₀ O ₈	a、b、c	12, 77, 90
68	北升麻宁	C ₁₄ H ₂₀ O ₈	a、b、c	12, 77, 90
69	2-甲氧基-7-甲基-9 <i>H</i> -吡啶	C ₁₄ H ₁₃ NO	a	91
70	3-(3-甲基-1-氧化-2-丁烯基) 1-氢-吡啶	C ₁₃ H ₁₃ NO	a、c	7, 91
71	3 <i>E</i> ,11 <i>E</i> -(3-甲基-2-亚丁烯基)-2-吡啶酮-1- <i>O</i> -β- <i>D</i> -吡喃葡萄糖苷	C ₁₉ H ₂₁ NO ₈	b	92
72	升麻酰胺	C ₂₅ H ₃₁ NO ₁₀	a、b、c	9, 10, 93
73	升麻碱	C ₃₅ H ₅₁ NO ₈	b、c	16, 94

2 升麻的药理研究

近 30 年来,国内外学者对大三叶升麻、兴安升麻以及升麻进行了大量的体内、外药理活性筛选研究,结果显示,升麻具有抗肿瘤、抗炎、抗病毒、抗骨质疏松、降糖调脂、抗氧化、调节胃肠、神经保护、兴奋平滑肌、抗补体活性、抗突变、抗缺氧、抗抑郁、抗色素沉着、免疫抑制、

抗更年期综合征、抗胆碱酯酶等多方面的药理活性,通过构建升麻药材有效组分-药理作用-传统中医功效主治-升降浮沉药性网络分析框架,可以清晰地揭示升麻升降浮沉药性物质基础及作用机制之间的内在联系。研究文献比例分布见图 2。升麻药材升降浮沉药性物质及作用机制示意图见图 3。

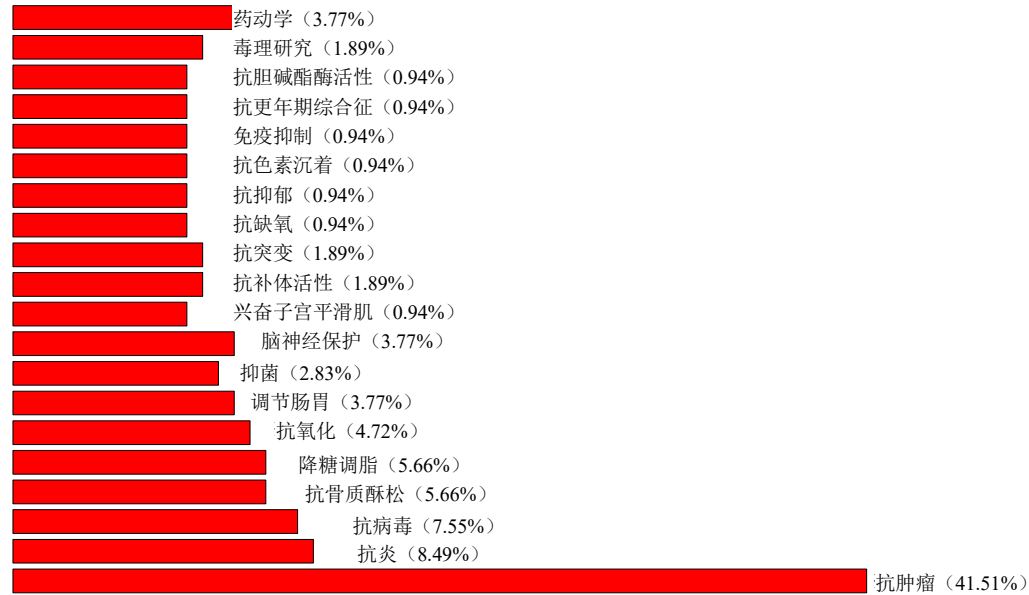


图 2 1990—2021 年《中国药典》收载升麻药理研究文献比例分布情况

Fig. 2 Proportional distribution of *Cimicifugae Rhizoma* pharmacology literature from Chinese Pharmacopoeia in 1990—2021

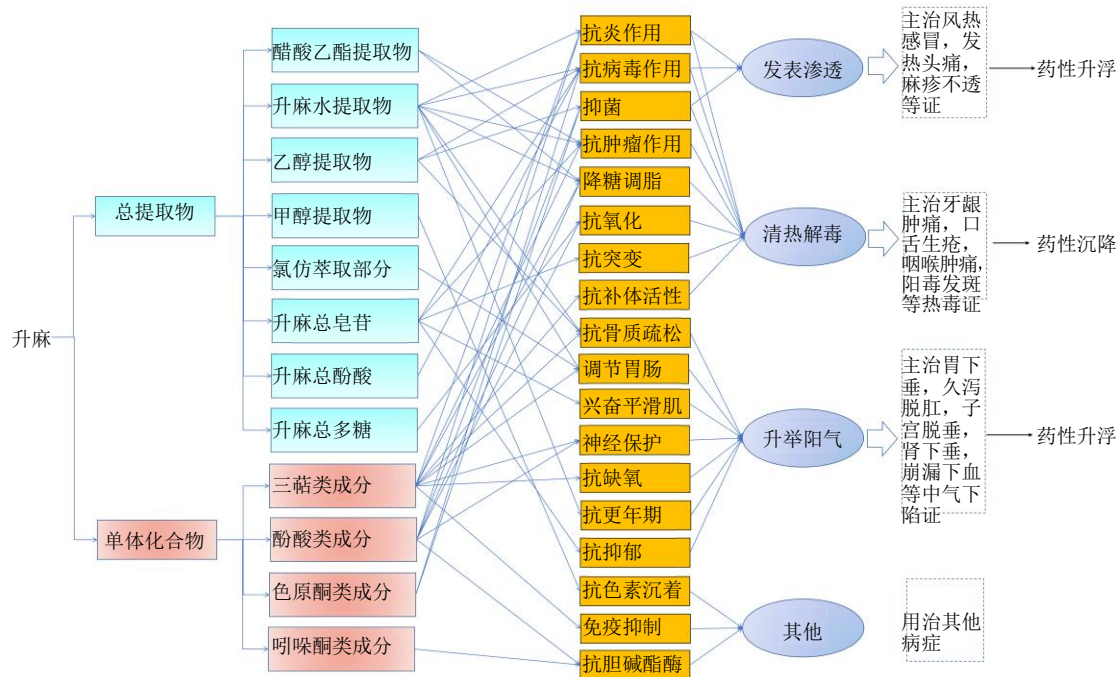


图 3 升麻药材升降浮沉药性物质及作用机制示意图

Fig. 3 Schematic diagram of ascending and descending medicinal substances and their mechanism of action of *Cimicifugae Rhizoma*

2.1 抗肿瘤

研究表明, 升麻醋酸乙酯提取物、水提物、三萜总皂苷、三萜及其苷类单体化合物是升麻抗肿瘤作用的主要活性组分, 具有广谱和有效的细胞毒活性, 与《神农本草经》记载的升麻“主解百毒”功效相符合。药效机制主要与抗癌细胞增殖, 诱导癌细胞周期阻滞及细胞凋亡, 调节癌症相关信号通路等有关。离体研究发现, 升麻提取物及三萜类单体成分对多种肿瘤细胞系具有细胞毒活性。cimigenol 型糖苷对人急性早幼粒白血病 HL-60 细胞、肝癌 CMCC-7721 细胞、直肠癌 SW-480 细胞等具有广谱和中等细胞毒性, 半数抑制浓度 (IC_{50}) 值为 $4.2 \sim 14.5 \mu\text{mol/L}$ 。cimigenol 型苷元表现出广谱和弱细胞毒性, IC_{50} 值约为 $20 \mu\text{mol/L}$ ^[59]。升麻三萜色原酮 B、D、I, 对紫杉醇耐药的肺癌 A-549 细胞系呈现出一定的细胞毒活性, 其 IC_{50} 值范围为 $15.73 \sim 27.14 \mu\text{mol/L}$, 与阳性对照药顺铂相当^[68,74]。

升麻环氧醇苷对乳腺癌细胞系具有细胞毒活性, 可呈浓度相关性地抑制 MCF-7 和 MDA-MB-231 细胞的增殖。其通过 γ -分泌酶/Notch 轴介导线粒体凋亡和上皮间质转化从而抑制乳腺癌细胞增殖和迁移, 作用机制包括抑制 γ -分泌酶催化亚基 PSEN-1 的激活, 介导 PSEN-1 参与 Notch 蛋白剪切^[76]。

升麻提取物醋酸乙酯及正丁醇萃取部分可抑制人乳腺癌细胞系的增殖、迁移和侵袭; 醋酸乙酯部分较正丁醇部分效果显著; 三萜皂苷是醋酸乙酯部分中的抗肿瘤活性成分。通过上调 Bcl-2 相关 X 蛋白基因 (Bcl-2 associated X protein, Bax)、Caspase-9/3 和细胞色素 C 蛋白表达, 下调 B 淋巴细胞瘤 2 (B-cell lymphoma 2, Bcl-2) 蛋白表达促进人乳腺癌细胞的凋亡^[95]。三萜类化合物阿克特素对多种肿瘤细胞均有抑制作用, 可通过激活 p53/Caspase-3 信号通路促进 TRAIL 诱导的胃癌细胞凋亡^[96]; 抑制口腔鳞状细胞癌细胞的增殖, 诱导 G1 期细胞阻滞, 诱导细胞凋亡, 通过激活 Akt/FoxO1 信号通路拮抗口腔鳞状细胞癌细胞的增殖^[97]; 通过下调肌苷-5-单磷酸脱氢酶 2 水平拮抗 PI3K/Akt 信号通路抑制人结肠癌细胞的增殖^[98]。

2.2 抗炎

研究表明, 升麻水提物、酚酸类、三萜及其苷类化合物是升麻抗炎作用的主要活性组分。尤其是阿魏酸和异阿魏酸等酚酸类化合物具有很强的抗炎活性, 是升麻发挥清热解毒功效的主要有效物质。药效机制主要与抑制炎症介质释放、调节炎症相关蛋白表达、调控中性粒细胞数量和功能等有关。三萜类化合物 cimigenoside 可抑制 CXCL2 和 CXCL10

的产生以及 P-选择素、血管细胞黏附分子 1 的表达而防止肺部中性粒细胞浸润。抑制 poly(I:C) 诱导的人气道上皮细胞系 BEAS-2B 细胞产生炎症细胞因子和趋化因子^[12]。酚酸类化合物升麻酸 E、反式-N-阿魏酰酪胺、升麻酸 D 等可抑制脂多糖 (Lipopolysaccharide, LPS) 刺激的 RAW 264.7 巨噬细胞中的前列腺素 E₂ 生成, 下调 COX-2 表达从而发挥抗炎活性^[88-89]。色原酮类化合物升麻苷通过抑制炎症因子白细胞介素-6 (interleukin-6, IL-6)、肿瘤坏死因子- α (tumornecrosisfactor, TNF- α) 表达, 增加三磷酸腺苷结合盒转运体 A1 蛋白表达, 促进胆固醇外排而发挥抗炎及抑制动脉粥样硬化作用^[99]。

2.3 抗病毒

研究表明, 升麻水提物、醇提物、总皂苷、总酚酸、及酚酸类、色酮类单体化合物是升麻抗病毒作用的主要活性组分。药效机制主要与抑制病毒产量及活性、刺激上皮细胞分泌干扰素- β 等有关。升麻水提物、升麻素可剂量依赖性地抑制人呼吸道合胞病毒 (HRSV) 诱导的人喉癌上皮 HEp2 细胞和人肺腺癌 A549 细胞斑块的形成, 刺激上皮细胞分泌干扰素 β 抵抗病毒感染, 且抑制病毒吸附及增强肝素对病毒吸附的作用^[100-101]。体外研究发现升麻 75%乙醇提取物、总皂苷、总酚酸均具有明显抗肝炎病毒活性, 半数有毒浓度 (TC₅₀) 值分别为 0.503 g/mL、0.455 g/g、0.315 g/g, 通过抑制 HBsAg 分泌发挥抗病毒作用; 体内研究发现各组升麻提取物可显著降低肝炎病毒转基因小鼠血清中 HBeAg、HBsAg、HBV-DNA 含量, 具有明显抗肝炎病毒活性及肝保护作用^[102-103]。升麻水提物对人类肠道病毒 A71 (EV-A71) 具有较强的抑制活性和较低的细胞毒性。半数有效浓度 (EC₅₀) 和 EC₉₀ 分别为 1.6 μ g/mL 和 5.7 μ g/mL^[104]。

2.4 抗骨质疏松

研究表明, 升麻水提物、升麻乙醇提物、升麻三萜类单体化合物及其混合物是升麻抗骨质疏松作用的主要活性组分。药效机制主要与抑制破骨细胞吸收, 促进成骨细胞增殖, 增加骨密度等有关。大三叶升麻、升麻醋酸乙酯部分、三萜类化合物单体及其混合物可剂量相关性抑制低钙饮食大鼠血清中 Ca²⁺ 水平增加, 抑制骨吸收。增加去卵巢大鼠骨密度。三萜类化合物混合物在降低血清 Ca²⁺ 水平方面比单一化合物更有效^[105]。50 mg/kg 升麻水提物采

用腹腔注射给药 6 周, 可防止去卵巢诱导的小鼠体重增加, 降低血清碱性磷酸酶水平, 抑制破骨细胞吸收。显著保留胫骨近端干骺端或股骨远端干骺端的骨量、骨小梁数量、骨小梁厚度、结构模型指数和骨密度。防止去卵巢诱导的小鼠骨丢失^[106]。大三叶升麻和黑升麻乙醇提取物均表现出对更年期综合征的抗骨质疏松和抗高脂血症作用。大三叶升麻在缓解更年期症状方面与黑升麻作用相似, 可作为黑升麻的替代品^[107]。

三萜类化合物升麻醇-3-O- β -D-木糖苷、升麻酮醇-3-O- β -D-木糖苷、阿科特醇-3-O- β -D-木糖苷对卵巢切除小鼠破骨细胞的骨吸收有抑制作用, 并对骨密度具有明显保护作用, 且化合物之间存在协同作用。各化合物及其混合物可在不影响子宫重量的情况下防止卵巢切除小鼠的骨丢失, 且单次口服后均可在小鼠血清中检测到^[108]。

2.5 降糖调脂

研究表明, 升麻提取物、升麻三萜类、酚酸类单体化合物是升麻降糖调脂作用的主要活性组分。药效机制主要与调节胰岛素及瘦素释放, 抗高密度脂蛋白糖化、促进脂肪脂解等有关。升麻及醋酸乙酯萃取物可促进高脂饮食小鼠脂肪组织脂解, 提高脂质利用率, 并通过促进白色脂肪组织棕脂化增加能量消耗而改善小鼠高脂饮食诱导的肥胖及代谢紊乱。三萜类化合物升麻苷 H-2、升麻苷 H3、(16S,20S,24R)-12 β -乙酰氧基-16,23-环氧-24,25-二羟基-3 β -(β -D-吡喃木糖)-9,19-环阿屯醇-22(23)-烯和 23-表-26-脱氧阿科特素在 10 μ mol/L 浓度下可显著降低 3T3-L1 脂肪细胞中的脂肪蓄积, 表现出强烈的降脂作用, 抑制率为 8.35%~12.07%^[75]。升麻亭通过抑制 IRS1/FOXO1、JAK2/STAT3 和 Akt/GSK3 β 通路, 调节胰岛素和瘦素抵抗改善高脂饮食诱导小鼠非酒精性脂肪肝小鼠的肝脂肪变性和纤维化, 有望开发为对抗非酒精性脂肪肝的有效药物^[109]; 阿科特素、23-表-26-脱氧阿科特素显著抑制 3T3-L1 前脂肪细胞脂肪化的活性, 可激活脂肪组织中 AMPK 和 SIRT1-FOXO1 信号通路, 促进高脂饮食小鼠的脂肪组织脂解^[110]。

升麻提取物对培养的大鼠胰岛细胞中谷氨酸的形成和谷氨酸脱氢酶活性具有抑制作用, 通过抑制谷氨酸脱氢酶活性, 调节胰岛素释放从而发挥抗血糖的作用^[111]; 异阿魏酸能显著降低自发性糖尿病大鼠的血糖^[112]; 异阿魏酸可预防醛类物质与人血

浆高密度脂蛋白上的游离氨基的结合,抑制高密度脂蛋白在糖化过程中产生的自由基诱导的氧化作用。浓度相关性地预防高密度脂蛋白糖化导致结构和功能属性的改变而发挥抗糖化作用^[113]。

2.6 抗氧化

研究表明,升麻多糖、升麻酚酸类单体化合物是升麻抗氧化作用的主要活性组分。药效机制主要与清除自由基等有关。从升麻中分离到的 2-阿魏酰基可以清除 1,1-二苯基-2-三硝基苯肼(DPPH)自由基,IC₅₀ 值为 9.33 $\mu\text{mol/L}$,呈现出显著的抗氧化活性^[85]。ABTS 法检测升麻多糖的抗氧化能力,当质量浓度为 1.66 mg/mL 时,其总抗氧化能力为 0.64 mmol/L,对 DPPH 自由基清除率为 67.94%^[114];此外,升麻多糖对羟基自由基有明显的清除作用,最大清除率超过 90%,清除能力与多糖浓度有明显的量效关系,具有良好抗氧化活性^[115]。异阿魏酸和毛蕊花素以 1:1 的剂量比组合在清除 DPPH 自由基测定中具有显著协同作用,说明黄芪和升麻组合使用比单独使用具有更好的抗氧化作用^[116];异阿魏酸可抑制甲基乙二醛和赖氨酸反应过程中的羟基和超氧阴离子自由基的产生,通过自由基清除防止 MG 诱导的蛋白质糖基化和 DNA 损伤^[117],从而发挥抗氧化作用。

2.7 调节胃肠

研究表明,升麻水提物和氯仿萃取部分、升麻皂苷类单体化合物是升麻调节胃肠作用的主要活性组分。药效机制主要与调节胃肠运动,调节胃肠激素紊乱等有关。升麻生品、蜜升麻、蜜麸升麻水提物均能显著降低脾虚小鼠胃残留率,增加肠推进率,促进胃肠功能的恢复。显著升高脾虚大鼠血清胃泌素、血浆胃动素含量,调节胃肠激素紊乱^[118]。升麻水提物和氯仿萃取部分对大鼠离体小肠平滑肌有显著降低基线和幅值的作用,提示升麻水提物具有抑制小肠运动的作用^[119];此外,升麻水提物及其氯仿萃取部分可抑制番泻叶引起腹泻小鼠模型的总排便数、稀便数、稀便率和腹泻指数。对正常小鼠胃排空和小肠推进率无影响。提示升麻水提物能够减轻番泻叶引起的小鼠腹泻程度^[120]。

2.8 抑菌

研究表明,升麻乙醇提取物、升麻色酮类、酚酸类单体化合物是升麻抑菌作用的主要活性组分。乙醇提取物、阿魏酸、咖啡酸能有效抑制幽门螺杆菌的繁殖,保护胃损伤,阿魏酸和咖啡酸具有较强

的 DPPH 自由基清除活性,IC₅₀ 值分别为 5.68、2.63 $\mu\text{mol/L}$ ^[102]。升麻乙醇提取物对牙菌斑主要组成变异链球菌、血链球菌、唾液链球菌、乙型溶血性链球菌 4 种链球菌均有抑菌作用,其最小抑菌浓度为 0.21~1.67 mg/mL^[121]。升麻素对白色念珠菌、石膏样毛癣菌等 11 种真菌有抑制作用,最小抑菌浓度除铁锈小芽孢菌为 300 $\mu\text{g/mL}$ 外,其他 7 种真菌均为 100 $\mu\text{g/mL}$,与克霉唑相当。对以石膏毛癣菌感染的豚鼠体癣有较好的治疗作用,对大鼠完整皮肤和破损皮肤无刺激性^[122]。

2.9 脑神经保护

研究表明,升麻酚酸类、皂苷类单体化合物是升麻脑神经保护作用的主要活性成分。番石榴酸-4-乙酯、番石榴酸-1-乙酯等酚酸类化合物对 H₂O₂ 诱导神经毒性 PC12 细胞模型具有明显的神经保护作用^[54];不仅如此,4'-甲氧基-3'-羟基-羧基苯甲酰异阿魏酸酸酐对 H₂O₂ 诱导神经毒性 PC12 细胞模型亦具有明显的神经保护活性,在 10 $\mu\text{mol/L}$ 浓度下细胞存活率 87.65%^[85]。升麻苷 H-1 可抑制局灶脑缺血模型大鼠脑缺血时兴奋性氨基酸谷氨酸、天门冬氨酸过度释放,增加抑制性氨基酸甘氨酸和 γ -氨基丁酸浓度。能透过血脑屏障,调节脑缺血兴奋性氨基酸神经递质的功能紊乱,对缺血脑组织神经元有一定的保护作用^[123]。金电酮醇、24-表-24-O-乙酰基-7,8-二去氢升麻醇 3-O- β -D-吡喃木糖苷等三萜皂苷类化合物可抑制 APP-CHO 细胞中 β -分泌酶,有效地中断 β 淀粉样蛋白的产生;后者在体内可改善东莨菪碱诱导的记忆障碍小鼠认知能力和记忆相关蛋白的表达,改善认知能力和记忆^[124]。

2.10 其他

此外,升麻总皂苷、升麻水提物尚有抗补体活性^[6,32]、抗缺氧^[9]、抗胆碱酯酶活性^[15]、免疫抑制^[45]、兴奋子宫平滑肌^[125]、抗突变^[126-127]、抗色素沉着^[128]、抗抑郁^[129]、抗更年期综合征^[130]等其他药理作用活性。在药动学方面,有研究报道了大鼠 po 或单次 iv 4 种升麻苷^[131]、比格犬 po 5 种升麻苷^[132],以及升麻素^[133]、咖啡酸、异阿魏酸和阿魏酸^[134]在大鼠体内药动学研究进展。

3 结语

升麻属药用植物资源丰富,升麻属植物的化学成分和药理作用研究一直是国内外学者的研究热点。结合升麻在传统中医药领域中的应用,目前升

麻研究尚存在以下几个方面的问题：(1) 在药物基原方面：对黑升麻总状升麻，单穗升麻，小升麻、云南升麻等非《中国药典》基原升麻属植物研究较多，而对《中国药典》收载的大三叶升麻、兴安升麻或升麻研究报道还不充分。其他基原升麻是否能替代《中国药典》基原升麻应用于传统中药药性理论研究及中医药临床研究，其药效和安全性有待进一步研究和考证。传统中药升麻的升降浮沉药性研究应在中医药理论指导下，选用《中国药典》收载的升麻基原品种，紧密结合升麻的传统中医功效主治进行药性物质基础及作用机制研究。(2) 在化学成分方面：对升麻三萜及皂苷类成分研究报道较多，而对升麻酚酸类、色酮类、挥发油、生物碱及多糖类等成分的研究报道较少。(3) 在药理研究方面：针对升麻抗肿瘤方面研究较多，而对于与升麻功效及主治病证密切相关的抗炎、抑菌、抗病毒、抗氧化、调节胃肠功能等方面药理作用研究报道较少。且多采用体外活性筛选实验，体内研究文献相对较少，与升麻传统中医功能主治相结合的药理研究资料匮乏。因此针对《中国药典》2020 年版收载的 3 个升麻基原品种，结合升麻发表透疹、清热解毒、升举阳气，主治风热感冒、发热头痛、麻疹不透、齿痛、口疮、咽喉肿痛、阳毒发斑、气虚下陷、脏器脱垂等传统中医功效主治进行系统、深入的药性物质基础及作用机制研究，对于弘扬中医药特色，进一步揭示升麻升降浮沉药性的科学内涵具有重要的价值。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Li J X, Yu Z Y. Cimicifugae rhizoma: From origins, bioactive constituents to clinical outcomes [J]. *Curr Med Chem*, 2006, 13(24): 2927-2951.
- [2] 中国药典 [S]. 一部. 2020: 75.
- [3] 国家中医药管理局《中华本草》编委会. 中华本草精选本 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1998: 507-512.
- [4] 李从军, 陈迪华, 肖培根. 中药升麻的化学成分 [J]. *药学学报*, 1993, 28(10): 777-781.
- [5] 李从军, 李英和, 陈顺峰, 等. 升麻中的三萜类成分 [J]. *药学学报*, 1994, 29(6): 449-453.
- [6] Lee J H, Cuong T D, Kwack S J, et al. Cycloartane-type triterpene glycosides from the rhizomes of *Cimicifuga heracleifolia* and their anticomplementary activity [J]. *Planta Med*, 2012, 78(12): 1391-1394.
- [7] Lu L, Chen J C, Li Y, et al. Studies on the constituents of *Cimicifuga foetida* collected in Guizhou Province and their cytotoxic activities [J]. *Chem Pharm Bull (Tokyo)*, 2012, 60(5): 571-577.
- [8] 李从军, 陈迪华, 肖培根. 中药升麻的化学成分 III. 升麻苷 C 和升麻苷 D 的化学结构 [J]. *化学学报*, 1994, 52(7): 722-726.
- [9] Liu Y R, Wu Z J, Li C T, et al. Heracleifolinosides A-F, new triterpene glycosides from *Cimicifuga heracleifolia*, and their inhibitory activities against hypoxia and reoxygenation [J]. *Planta Med*, 2013, 79(3/4): 301-307.
- [10] 李从军, 李英和, 肖培根. 升麻苷 F 的分离和结构 [J]. *药学学报*, 1994, 29(12): 934-936.
- [11] Thao N P, Luyen B T T, Lee J S, et al. Inhibition potential of cycloartane-type glycosides from the roots of *Cimicifuga dahurica* against soluble epoxide hydrolase [J]. *J Nat Prod*, 2017, 80(6): 1867-1875.
- [12] Hu L, Song X, Nagai T, et al. Chemical profile of *Cimicifuga heracleifolia* Kom. And immunomodulatory effect of its representative bioavailable component, cimigenoside on Poly(I:C)-induced airway inflammation. [J]. *J Ethnopharmacol*, 2021 Mar 1;267:113615.
- [13] Li jian xin, Kadota S, Hattori M, et al. Constituents of cimicifugae rhizoma. I. isolation and characterization of ten new cycloartenol triterpenes from *Cimicifuga heracleifolia* komarov [J]. *Chem Pharm Bull*, 1993, 41(5): 832-841.
- [14] Thao N P, Kim J H, Thuy Luyen B T, et al. In silico investigation of cycloartane triterpene derivatives from *Cimicifuga dahurica* (Turcz.) Maxim. roots for the development of potent soluble epoxide hydrolase inhibitors [J]. *Int J Biol Macromol*, 2017, 98: 526-534.
- [15] Kim J H, Thao N P, Han Y K, et al. The insight of in vitro and in silico studies on cholinesterase inhibitors from the roots of *Cimicifuga dahurica* (Turcz.) Maxim [J]. *J Enzyme Inhib Med Chem*, 2018, 33(1): 1174-1180.
- [16] 吕弘, 王晓明, 刘小梅, 等. 基于超高效液相色谱-四极杆-飞行时间质谱法的兴安升麻甲醇提取物化学成分分析 [J]. *食品科学*, 2019, 40(16): 169-176.
- [17] 张庆文, 叶文才, 赵守训, 等. 兴安升麻的化学成分研究 [J]. *中草药*, 2002, 33(8): 683-685.
- [18] Huyen C T T, Luyen B T T, Khan G J, et al. Chemical constituents from *Cimicifuga dahurica* and their anti-proliferative effects on MCF-7 breast cancer cells [J]. *Molecules*, 2018, 23(5): 1083.
- [19] 李谭谭, 孟庆红, 花尔并, 等. 兴安升麻的环阿廷类三萜成分及其生物活性研究 [J]. *中国药物化学杂志*, 2021, 31(7): 520-531.

- [20] Sakurai N, Koeda M, Inoue T, *et al.* Studies on the Chinese crude drug “shoma.” VIII. two new triterpenol bisdesmosides, 3-arabinosyl-24-*O*-acetylhydro- shengmanol 15-glucoside and 3-xylosyl-24-*O*-acetylhydroshengmanol 15-glucoside, from *Cimicifuga dahurica* [J]. *Chem Pharm Bull*, 1994, 42(1): 48-51.
- [21] Kadota S, Li J X, Tanaka K, *et al.* Constituents of cimicifugae rhizoma II. Isolation and structures of new cycloartenol triterpenoids and related compounds from *Cimicifuga foetida* L [J]. *Tetrahedron*, 1995, 51(4): 1143-1166.
- [22] Li C J, Li Y H, Xiao P G, *et al.* An unusual cycloartane triterpenoid from *Cimicifuga foetida* [J]. *Phytochemistry*, 1996, 42(2): 489-494.
- [23] Ye W, Zhang J, Che C T, *et al.* New cycloartane glycosides from *Cimicifuga dahurica* [J]. *Planta Med*, 1999, 65(8): 770-772.
- [24] Sun L R, Qing C, Zhang Y L, *et al.* Cimicifoetisides A and B, two cytotoxic cycloartane triterpenoid glycosides from the rhizomes of *Cimicifuga foetida*, inhibit proliferation of cancer cells [J]. *Beilstein J Org Chem*, 2007, 3: 3.
- [25] 陈继永, 姜永涛, 沈莉, 等. 升麻中环阿廷烷型三萜皂苷及其抗肿瘤活性研究 [J]. 中国海洋大学学报: 自然科学版, 2014, 44(11): 74-80.
- [26] 潘瑞乐, 陈迪华, 斯建勇, 等. 升麻地上部分化学成分研究 [J]. 药学报, 2003, 38(4): 272-275.
- [27] Zhang Q W, Ye W C, Hsiao W W, *et al.* Cycloartane glycosides from *Cimicifuga dahurica* [J]. *Chem Pharm Bull (Tokyo)*, 2001, 49(11): 1468-1470.
- [28] 赵晓宏, 陈迪华, 斯建勇, 等. 升麻中新三萜皂苷类成分研究 [J]. 中国中药杂志, 2003, 28(2): 135-138.
- [29] 孙海燕, 刘蓓蓓, 陈四保. 升麻中环菠萝蜜烷三萜化学成分及其抗肿瘤活性的研究 [J]. 中南药学, 2015, 13(3): 234-238.
- [30] Zhu N, Jiang Y, Wang M, *et al.* Cycloartane triterpene saponins from the roots of *Cimicifuga foetida* [J]. *J Nat Prod*, 2001, 64(5): 627-629.
- [31] Liu Y, Chen D H, Si J Y, *et al.* Two new cyclolanostanol xylosides from the aerial parts of *Cimicifuga dahurica* [J]. *J Nat Prod*, 2002, 65(10): 1486-1488.
- [32] Qiu M H, Kim J H, Lee H K, *et al.* Anticomplement activity of cycloartane glycosides from the rhizome of *Cimicifuga foetida* [J]. *Phytother Res*, 2006, 20(11): 945-948.
- [33] 潘瑞乐, 陈迪华, 斯建勇, 等. 升麻地上部分皂苷类成分研究 [J]. 药学报, 2002, 37(2): 117-120.
- [34] 刘勇, 陈迪华, 斯建勇, 等. 兴安升麻地上部分化学成分的研究 [J]. 药学报, 2003, 38(10): 763-766.
- [35] 潘瑞乐, 陈迪华, 斯建勇, 等. 升麻地上部分新的三萜皂苷类成分 [J]. 中国中药杂志, 2003, 28(3): 230-232.
- [36] Tian Z, Pan R L, Si J Y, *et al.* Cytotoxicity of cycloartane triterpenoids from aerial part of *Cimicifuga foetida* [J]. *Fitoterapia*, 2006, 77(1): 39-42.
- [37] Pan R L, Chen D H, Si J Y, *et al.* Two new cyclolanostanol glycosides from the aerial parts of *Cimicifuga foetida* [J]. *J Asian Nat Prod Res*, 2004, 6(1): 63-67.
- [38] Tian Z, Yang M S, Huang F, *et al.* Cytotoxicity of three cycloartane triterpenoids from *Cimicifuga dahurica* [J]. *Cancer Lett*, 2005, 226(1): 65-75.
- [39] Cao P, Pu X F, Peng S L, *et al.* Chemical constituents from *Cimicifuga foetida* [J]. *J Asian Nat Prod Res*, 2005, 7(2): 145-149.
- [40] 裴秋燕, 斯建勇, 沈连刚, 等. 兴安升麻根茎的化学成分研究 [J]. 中草药, 2012, 43(6): 1075-1078.
- [41] Pan R L, Chen D H, Si J Y, *et al.* Cimifoetisides VI and VII Two new cyclolanostanol triterpene glycosides from the aerial parts of *Cimicifuga foetida* [J]. *J Asian Nat Prod Res*, 2007, 9(2): 97-102.
- [42] Sun L R, Yan J, Nian Y, *et al.* New triterpene diglycosides from the rhizome of *Cimifuga foetida* [J]. *Molecules*, 2008, 13(8): 1712-1721.
- [43] Lu L, Chen J C, Nian Y, *et al.* Trinor-cycloartane glycosides from the rhizomes of *Cimicifuga foetida* [J]. *Molecules*, 2009, 14(4): 1578-1584.
- [44] 但春, 梁健, 周燕, 等. 升麻中的环菠萝蜜烷三萜成分 [J]. 中国中药杂志, 2009, 34(15): 1930-1934.
- [45] Pan R L, Chen D H, Si J Y, *et al.* Immunosuppressive effects of new cyclolanostane triterpene diglycosides from the aerial part of *Cimicifuga foetida* [J]. *Arch Pharm Res*, 2009, 32(2): 185-190.
- [46] Nian Y, Zhang Y L, Chen J C, *et al.* Cytotoxic chemical constituents from the roots of *Cimicifuga foetida*. [J]. *J Nat Prod*, 2010, 73(2): 93-98.
- [47] Lu L, Chen J C, Song H J, *et al.* Five new triterpene bisglycosides with acyclic side chains from the rhizomes of *Cimicifuga foetida* L [J]. *Chem Pharm Bull (Tokyo)*, 2010, 58(5): 729-733.
- [48] Nishida M, Yoshimitsu H. Six new cycloartane glycosides from *Cimicifuga Rhizome* [J]. *Chem Pharm Bull (Tokyo)*, 2011, 59(10): 1243-1249.
- [49] Nian Y, Zhang X M, Li Y, *et al.* Cycloartane triterpenoids from the aerial parts of *Cimicifuga foetida* Linnaeus [J]. *Phytochemistry*, 2011, 72(11/12): 1473-1481.
- [50] 秦汝兰, 吕重宁, 杨钊, 等. 兴安升麻根茎的化学成分研究 [J]. 中草药, 2018, 49(8): 1761-1766.
- [51] Shi Q Q, Wang W H, Lu J, *et al.* New cytotoxic cycloartane

- triterpenes from the aerial parts of *Actaea heracleifolia* (syn. *Cimicifuga heracleifolia*) [J]. *Planta Med*, 2019, 85(2): 154-159.
- [52] Sun L R, Yan J, Zhou L, *et al.* Two new triterpene glycosides with monomethyl malonate groups from the rhizome of *Cimicifuga foetida* L [J]. *Molecules*, 2011, 16(7): 5701-5708.
- [53] Li D S, Nian Y, Sun Y, *et al.* Three new cycloartane (=9, 19-cyclolanostane) glycosides from *Cimicifuga foetida* [J]. *Helvetica Chimica Acta*, 2011, 94(4): 632-638.
- [54] Lv C N, Yang F, Qin R L, *et al.* Bioactivity-guided isolation of chemical constituents against H₂O₂-induced neurotoxicity on PC12 from *Cimicifuga dahurica* (Turcz.) Maxim [J]. *Bioorg Med Chem Lett*, 2017, 27(15): 3305-3309.
- [55] Nian Y, Wang H Y, Su J, *et al.* Cytotoxic cycloartane triterpenes from the roots of *Cimicifuga heracleifolia* [J]. *Tetrahedron*, 2012, 68(32): 6521-6527.
- [56] Nian Y, Wang H Y, Su J, *et al.* A cytotoxic 4 α -methyl steroid from the aerial parts of *Cimicifuga foetida* L [J]. *Fitoterapia*, 2012, 83(2): 293-297.
- [57] Wang H Y, Nian Y, Ma C Y, *et al.* Four new 9, 19-cyclolanostane triterpenes from the rhizomes of *Cimicifuga foetida* collected in Yulong [J]. *Chin J Chem*, 2012, 30(6): 1265-1268.
- [58] Wang X Y, Li C J, Ma J, *et al.* Cytotoxic 9, 19-cycloartane type triterpenoid glycosides from the roots of *Actaea dahurica* [J]. *Phytochemistry*, 2019, 160: 48-55.
- [59] Nian Y, Wang H Y, Zhou L, *et al.* Cytotoxic cycloartane triterpenes of the traditional Chinese medicine Shengma (*Cimicifuga dahurica*) [J]. *Planta Med*, 2013, 79(1): 60-69.
- [60] Zhu D F, Zhu G L, Kong L M, *et al.* Cycloartane glycosides from the roots of *Cimicifuga foetida* with Wnt signaling pathway inhibitory activity [J]. *Nat Prod Bioprospect*, 2015, 5(2): 61-67.
- [61] 宋彦波, 年寅, 马伟光, 等. 兴安升麻的化学成分研究 [J]. 云南中医学院学报, 2013, 36(3): 31-35.
- [62] Chen J Y, Li P L, Tang X L, *et al.* Cycloartane triterpenoids and their glycosides from the rhizomes of *Cimicifuga foetida* [J]. *J Nat Prod*, 2014, 77(9): 1997-2005.
- [63] Zhu D F, Nian Y, Wang H Y, *et al.* New 9, 19-cycloartane triterpenoid from the root of *Cimicifuga foetida* [J]. *Chin J Nat Med*, 2014, 12(4): 294-296.
- [64] 陈继永. 升麻的化学成分及生物活性研究 [D]. 青岛: 中国海洋大学, 2014.
- [65] Wang X Y, Li C J, Ma J, *et al.* Cytotoxic 9, 19-cycloartane triterpenoids from the roots of *Actaea dahurica* [J]. *Fitoterapia*, 2019, 137: 104262.
- [66] Zhu G L, Zhu D F, Wan L S, *et al.* Six new 9, 19-cycloartane triterpenoids from *Cimicifuga foetida* L [J]. *Nat Prod Bioprospect*, 2016, 6(4): 187-193.
- [67] Sun H Y, Liu B B, Hu J Y, *et al.* Novel cycloartane triterpenoid from *Cimicifuga foetida* (Sheng ma) induces mitochondrial apoptosis via inhibiting Raf/MEK/ERK pathway and Akt phosphorylation in human breast carcinoma MCF-7 cells [J]. *Chin Med*, 2016, 11: 1.
- [68] Shi Q Q, Lu J, Peng X R, *et al.* Cimitriteromone A-G, macromolecular triterpenoid-chromone hybrids from the rhizomes of *Cimicifuga foetida* [J]. *J Org Chem*, 2018, 83(17): 10359-10369.
- [69] 金钊, 郑涛, 严航, 等. 升麻增效口腔溃疡散治疗口腔溃疡大鼠模型的研究 [J]. 中国中医基础医学杂志, 2017, 23(11): 1569-1572.
- [70] 周万荣, 陆庆云, 吕重宁, 等. 兴安升麻化学成分的分离与鉴定 [J]. 沈阳药科大学学报, 2018, 35(4): 269-273.
- [71] Lu J, Peng X R, Li D S, *et al.* Cytotoxic cycloartane triterpenoid saponins from the rhizomes of *Cimicifuga foetida* [J]. *Nat Prod Bioprospect*, 2019, 9(4): 303-310.
- [72] Pang Q Q, Mei Y D, Zhang Y C, *et al.* Three new cycloart-7-ene triterpenoid glycosides from *Cimicifuga dahurica* and their anti-inflammatory effects [J]. *Nat Prod Res*, 2020, 35(21): 3634-3643.
- [73] Hao Y M, Luo W, Jiang G Z, *et al.* One new and seven known triterpene glycosides from the aerial parts of *Cimicifuga dahurica* [J]. *J Asian Nat Prod Res*, 2020, 22(8): 788-793.
- [74] Shi Q Q, Gao Y, Lu J, *et al.* Two new triterpenoid-chromone hybrids from the rhizomes of *Actaea cimicifuga* L. (syn. *Cimicifuga foetida* L.) and their cytotoxic activities [J]. *Nat Prod Res*, 2022, 36(1): 193-199.
- [75] Shi Q Q, Lu S Y, Li D S, *et al.* Cycloartane triterpene glycosides from rhizomes of *Cimicifuga foetida* L. with lipid-lowering activity on 3T3-L1 adipocytes [J]. *Fitoterapia*, 2020, 145: 104635.
- [76] Jia H, Liu M Y, Wang X Y, *et al.* Cimigenoside functions as a novel γ -secretase inhibitor and inhibits the proliferation or metastasis of human breast cancer cells by γ -secretase/Notch axis [J]. *Pharmacol Res*, 2021, 169: 105686.
- [77] 李从军, 陈迪华, 肖培根. 中药升麻的化学成分(V) [J]. 中草药, 1995, 26(6): 288-289.
- [78] Yim S H, Kim H J, Jeong N R, *et al.* Structure-guided identification of novel phenolic and phenolic amide allosides from the rhizomes of *Cimicifuga heracleifolia* [J]. *Bull Korean Chem Soc*, 2012, 33(4): 1253-1258.
- [79] 秦汝兰, 吕重宁, 于洋, 等. 兴安升麻中酚酸类化学成分

- 的分离与鉴定 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2019, 25(21): 112-117.
- [80] 赵晓宏, 陈迪华, 斯建勇, 等. 中药升麻酚酸类化学成分研究 [J]. 药学报, 2002, 37(7): 535-538.
- [81] 郝依萌, 罗文, 姜冠泽, 等. 兴安升麻地上部分正丁醇萃取物化学成分的分离与鉴定 [J]. 沈阳药科大学学报, 2019, 36(6): 482-486.
- [82] Iwanaga A, Kusano G, Warashina T, et al. Hyaluronidase inhibitors from “cimicifugae rhizoma” (a mixture of the rhizomes of *Cimicifuga dahurica* and *C. heracleifolia*) [J]. *J Nat Prod*, 2010, 73(4): 573-578.
- [83] Yim S H, Kim H J, Park S H, et al. Cytotoxic caffeic acid derivatives from the rhizomes of *Cimicifuga heracleifolia* [J]. *Arch Pharm Res*, 2012, 35(9): 1559-1565.
- [84] 卢青, 李海波, 姚新生, 等. 兴安升麻根茎的化学成分研究 [J]. 中草药, 2019, 50(14): 3261-3268.
- [85] Qin R L, Zhao Y, Zhao Y D, et al. Polyphenolic compounds with antioxidant potential and neuro-protective effect from *Cimicifuga dahurica* (Turcz.) Maxim [J]. *Fitoterapia*, 2016, 115: 52-56.
- [86] 李毅然, 陈玉萍, 黄艳, 等. 升麻与广东升麻挥发油成分的 GC-MS 分析 [J]. 广西中医药, 2012, 35(4): 56-59.
- [87] Zhang F, Han L F, Pan G X, et al. A new phenolic amide glycoside from *Cimicifuga dahurica* [J]. *Yao Xue Xue Bao*, 2013, 48(8): 1281-1285.
- [88] Lu Q, Li H B, Pang Q Q, et al. New phenylpropanoid allopyransides from the rhizomes of *Cimicifuga dahurica* [J]. *Bioorg Med Chem Lett*, 2019, 29(14): 1774-1778.
- [89] Lu Q, Zhang W Y, Pan D B, et al. Phenolic acids and their glycosides from the rhizomes of *Cimicifuga dahurica* [J]. *Fitoterapia*, 2019, 134: 485-492.
- [90] 李从军, 陈迪华, 肖培根. 兴安升麻酚性苷成分的研究 [J]. 药学报, 1994, 29(3): 195-199.
- [91] Lu J, Wang W H, Shi Q Q, et al. A new indole alkaloid from *Cimicifuga heracleifolia* [J]. *J Asian Nat Prod Res*, 2019, 21(11): 1119-1122.
- [92] Ma S J, Li H B, Shao J R, et al. Two new chemical constituents from the rhizomes of *Actaea dahurica* [J]. *Nat Prod Res*, 2022, 36(7): 1789-1796.
- [93] 李从军, 陈迪华, 肖培根, 等. 中药升麻的化学成分: II. 升麻酰胺的化学结构 [J]. 化学学报, 1994, 52(3): 296-300.
- [94] Dan C, Zhou Y, Ye D, et al. Cimicifugadine from *Cimicifuga foetida*, a new class of triterpene alkaloids with novel reactivity [J]. *Org Lett*, 2007, 9(9): 1813-1816.
- [95] Jia H, Wang X Y, Liu W W, et al. *Cimicifuga dahurica* extract inhibits the proliferation, migration and invasion of breast cancer cells MDA-MB-231 and MCF-7 *in vitro* and *in vivo* [J]. *J Ethnopharmacol*, 2021, 277: 114057.
- [96] Yang Z C, Ma J. Actein enhances TRAIL effects on suppressing gastric cancer progression by activating p53/Caspase-3 signaling [J]. *Biochem Biophys Res Commun*, 2018, 497(4): 1177-1183.
- [97] Zhao C G, Zhang Z L, Dai X H, et al. Actein antagonizes oral squamous cell carcinoma proliferation through activating FoxO1 [J]. *Pharmacology*, 2021, 106(9/10): 551-563.
- [98] Yan L W, Wang D D, Liu X M, et al. Actein antagonizes colorectal cancer through blocking PI3K/Akt pathways by downregulating IMPDH2 [J]. *Anticancer Drugs*, 2021, 32(8): 864-874.
- [99] 王仙伟, 雷虹, 何欣威, 等. 基于调控 ABCA1 表达探讨升麻苷抗动脉粥样硬化的作用机制 [J]. 浙江中西医结合杂志, 2021, 31(11): 990-994.
- [100] Wang K C, Chang J S, Chiang L C, et al. *Cimicifuga foetida* L. inhibited human respiratory syncytial virus in HEp-2 and A549 cell lines [J]. *Am J Chin Med*, 2012, 40(1): 151-162.
- [101] Wang K C, Chang J S, Lin L T, et al. Antiviral effect of cimicifugin from *Cimicifuga foetida* against human respiratory syncytial virus [J]. *Am J Chin Med*, 2012, 40(5): 1033-1045.
- [102] 刘方舟, 时宇静, 郭姗姗, 等. 升麻提取物 SMT 体外抗乙型肝炎病毒作用研究 [J]. 世界中西医结合杂志, 2014, 9(5): 534-536.
- [103] 刘方舟, 时宇静, 高英杰, 等. 升麻提取物 SMT 体内抗 HBV 药效学作用研究 [J]. 世界中西医结合杂志, 2015, 10(12): 1681-1683.
- [104] Ma Y P, Cong W J, Huang H, et al. Identification of fukinolic acid from *Cimicifuga heracleifolia* and its derivatives as novel antiviral compounds against enterovirus A71 infection [J]. *Int J Antimicrob Agents*, 2019, 53(2): 128-136.
- [105] Li J X, Kadota S, Li H Y, et al. Effects of *Cimicifugae Rhizoma* on serum calcium and phosphate levels in low calcium dietary rats and on bone mineral density in ovariectomized rats [J]. *Phytomedicine*, 1997, 3(4): 379-385.
- [106] Ahn B S, Yang M, Jang H, et al. Evaluation of the antiosteoporotic potential of *Cimicifuga heracleifolia* in female mice [J]. *Phytother Res*, 2012, 26(5): 663-668.
- [107] Miao L Y, Chu T T H, Li P, et al. *Cimicifuga heracleifolia* is therapeutically similar to black cohosh in relieving menopausal symptoms: Evidence from pharmacological and metabolomics studies [J]. *Chin J Nat Med*, 2019, 17(6): 435-445.
- [108] Li J X, Liu J, He C C, et al. Triterpenoids from *Cimicifuga*

- Rhizoma*, a novel class of inhibitors on bone resorption and ovariectomy-induced bone loss [J]. *Maturitas*, 2007, 58(1): 59-69.
- [109] Chen H J, Liu J. Actein ameliorates hepatic steatosis and fibrosis in high fat diet-induced NAFLD by regulation of insulin and leptin resistant [J]. *Biomed Pharmacother*, 2018, 97: 1386-1396.
- [110] 袁静静. 升麻提取物改善小鼠饮食诱导肥胖及相关代谢疾病的作用机制研究 [D]. 合肥: 合肥工业大学, 2019.
- [111] Lee K H, Lee W J, Yang S J, *et al*. Inhibitory effects of *Cimicifuga heracleifolia* extract on glutamate formation and glutamate dehydrogenase activity in cultured islets [J]. *Mol Cells*, 2004, 17(3): 509-514.
- [112] Liu I M, Chi T C, Hsu F L, *et al*. Isoferulic acid as active principle from the rhizoma of *Cimicifuga dahurica* to lower plasma glucose in diabetic rats [J]. *Planta Med*, 1999, 65(8): 712-714.
- [113] Jairajpuri D S, Jairajpuri Z S. Isoferulic acid action against glycation-induced changes in structural and functional attributes of human high-density lipoprotein [J]. *Biochem Moscow*, 2016, 81(3): 289-295.
- [114] 牟莹莹, 夏一菲, 任婷, 等. 升麻多糖的提取及其体外抗氧化活性研究 [J]. 吉林化工学院学报, 2019, 36(1): 94-96.
- [115] 吴彦. 升麻多糖提取及其抗氧化作用 [J]. 光谱实验室, 2013, 30(5): 2444-2446.
- [116] Wang F, Zhao S C, Li F, *et al*. Investigation of antioxidant interactions between *Radix Astragali* and *Cimicifuga foetida* and identification of synergistic antioxidant compounds [J]. *PLoS One*, 2014, 9(1): e87221.
- [117] Meepprom A, Sompong W, Suantawee T, *et al*. Isoferulic acid prevents methylglyoxal-induced protein glycation and DNA damage by free radical scavenging activity [J]. *BMC Complement Altern Med*, 2015, 15: 346.
- [118] 祝婧, 钟凌云, 龚千锋, 等. 升麻不同炮制品对脾气虚动物胃肠功能的影响 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2015, 21(21): 1-4.
- [119] 张建英, 左爱学, 刘羿晨. 升麻萃取物对大鼠离体肠肌运动的影响研究 [J]. 中国药业, 2015, 24(23): 16-17.
- [120] 张建英, 梁玲, 聂坚, 等. 升麻止泻作用的实验研究 [J]. 中医药学报, 2016, 44(3): 21-23.
- [121] 梁婕, 曾敏敏, 郑晨韵, 等. 升麻对牙菌斑主要组成链球菌的体外抑菌活性研究 [J]. 医学理论与实践, 2019, 32(12): 1797-1798.
- [122] 常志青, 刘方洲, 梁力, 等. 中药升麻中抗真菌成分的实验研究 [J]. 中医研究, 1990, 3(3): 26-2c8.
- [123] 武密山, 赵素芝, 高维娟, 等. 升麻苷 H-1 对脑缺血大鼠纹状体氨基酸类神经递质含量的影响 [J]. 中国病理生理杂志, 2016, 32(5): 831-835.
- [124] Lee S B, Yang S Y, Thao N P, *et al*. Protective effects of compounds from *Cimicifuga dahurica* against amyloid beta production *in vitro* and scopolamine-induced memory impairment *in vivo* [J]. *J Nat Prod*, 2020, 83(2): 223-230.
- [125] 侯云婷, 张滋明, 苏占辉, 等. 兴安升麻地上部分总皂苷对大鼠离体子宫平滑肌兴奋作用的实验研究 [J]. 中国医药指南, 2013, 11(12): 471-472.
- [126] 林新, 李文魁, 肖培根, 等. 兴安升麻对丝裂霉素 C 诱发 Wistar 大鼠微核的抑制作用 [J]. 中国比较医学杂志, 1992, 2(S2): 55-57.
- [127] 林新, 蔡有余, 肖培根. 兴安升麻总皂苷对丝裂霉素 C 诱发人外周血淋巴细胞 SCE 频率的影响 [J]. 癌变 畸变 突变, 1994, 6(6): 30-33.
- [128] Ye L, Hu Z P, Du G Y, *et al*. Antidepressant-like effects of the extract from *Cimicifuga foetida* L. [J]. *J Ethnopharmacol*, 2012, 144(3): 683-691.
- [129] Jang J Y, Lee J H, Kang B W, *et al*. Dichloromethane fraction of *Cimicifuga heracleifolia* decreases the level of melanin synthesis by activating the ERK or AKT signaling pathway in B16F10 cells [J]. *Exp Dermatol*, 2009, 18(3): 232-237.
- [130] 罗娜, 陈念, 唐怡. 升麻水提物与戊酸雌二醇对雌性初老持续动情大鼠生殖机能影响的对比研究 [J]. 成都中医药大学学报, 2016, 39(3): 13-15.
- [131] Gai Y Y, Liu W H, Sha C J, *et al*. Pharmacokinetics and bioavailability of cimicifugosides after oral administration of *Cimicifuga foetida* L. extract to rats [J]. *J Ethnopharmacol*, 2012, 143(1): 249-255.
- [132] Wang Y L, Sha C J, Liu W H, *et al*. Simultaneous determination of cimicifugoside H-2, cimicifugoside H-1, 23-epi-26-deoxyactein, cimigenol xyloside and 25-O-acetylcimigenoside in beagle dog plasma by LC-MS/MS [J]. *J Pharm Biomed Anal*, 2012, 62: 87-95.
- [133] 王晓钰, 江小燕, 于曦, 等. 升麻素在大鼠体内的药动学研究 [J]. 中国药理学通报, 2015, 31(10): 1443-1446.

[责任编辑 时圣明]