

引用:邹定民,吴东,李梦楚,游剑,陈新滔,蔡莽薇,刘姿茜,袁参参,龚建平.菊三七属植物化学成分及药理作用研究进展[J].中医导报,2025,31(4):89-101.

菊三七属植物化学成分及药理作用研究进展*

邹定民¹,吴东²,李梦楚²,游剑²,陈新滔²,蔡莽薇²,刘姿茜¹,袁参参¹,龚建平^{1,2}

(1.江西中医药大学药学院,江西 南昌 330004;

2.江西中医药大学中药固体制剂制造技术国家工程研究中心,江西 南昌 330006)

[摘要] 归纳和整理菊科菊三七属植物化学成分和药理作用,以期为该属植物的保健食品开发及质量标准制定等方面提供依据。菊科菊三七属植物富含黄酮、生物碱、萜类、甾醇、酚酸和脂肪酸等成分,具有降糖、降尿酸、镇痛、抗炎、止血和抗肿瘤等药理作用。

[关键词] 菊三七属;化学成分;药理作用;平卧菊三七;综述

[中图分类号] R285.5;R284 [文献标识码] A [文章编号] 1672-951X(2025)04-0089-13

DOI:10.13862/j.cn43-1446/r.2025.04.015

Research Advances in Chemical Constituents and Pharmacological Activities of *Gynura* Plants

ZOU Dingmin¹, WU Dong², LI Mengchu², YOU Jian², CHEN Xintao², CAI Qiaowei²,

LIU Zixi¹, YUAN Shenshen¹, GONG Jianping^{1,2}

(1.School of Pharmacy, Jiangxi University of Chinese Medicine, Nanchang Jiangxi 330004, China;

2.Solid Preparation of Traditional Chinese Medicine Manufacturing Technology National Engineering Center, Jiangxi University of Chinese Medicine, Nanchang Jiangxi 330006, China)

[Abstract] To summarize and compile the chemical constituents and pharmacological activities of plants from the genus *Gynura* (Asteraceae), aiming to provide a reference for health food development and quality standard establishment of this genus. *Gynura* plants are rich in flavonoids, alkaloids, terpenoids, sterols, phenolic acids, and fatty acids, and exhibit pharmacological effects including hypoglycemic, hypouricemic, analgesic, anti-inflammatory, hemostatic, and antitumor activities.

[Keywords] *Gynura*; chemical constituents; pharmacological activities; *Gynura procumbens*; review

菊科菊三七属(*Gynura*)植物种类丰富,全球有四十余种,主要分布于亚洲、非洲和澳大利亚。其中十余种菊科菊三七属植物分布于我国云南、贵州和广东等南方地区,包括菊叶三七、平卧菊三七和灵菊七等^[1]。菊三七属植物长期以来被少数民族当作草药或食用蔬菜^[2],如菊叶三七别名称土三七,为彝族、苗族和瑶族等少数民族常用。《中国彝族药学》记载其可治疗咽喉炎、扁桃体炎和肺结核等疾病^[3]。平卧菊三七也称续命草,《云南中草药》记载其可散瘀、消肿和治疗痛风等疾病^[4]。除此之外,平卧菊三七还可以作为蔬菜,且马来西亚等地区还将其制作成茶饮。

该属植物普遍含有丰富的黄酮、生物碱、萜类、甾醇、酚酸和脂肪酸等成分,具有降糖、降尿酸、镇痛、抗炎、止血和抗肿瘤等药理作用。当前,菊三七属植物的研究主要集中在平卧菊三七、白子菜和灵菊七等植物。菊三七属植物大多数药

食同源,具备很高的保健食品开发潜力,有极高的蔬菜和药用价值。本文综述了菊三七属植物的化学成分和药理作用研究现状,以期为进一步综合利用该属植物提供参考依据。

1 国内菊科菊三七属植物介绍

国内科研人员对菊叶三七、平卧菊三七、白子菜和红凤菜等11种菊三七属植物进行了大量的研究报道,具体地理分布、食用基础和功效作用见表1。

表1 菊三七属植物食用价值、分布及功效介绍

编号	植物名称	拉丁学名	食用价值	分布	功效	参考文献
G1	菊叶三七	<i>G.japonica</i>	-	云南、贵州	止血,解毒消肿	[3]
G2	平卧菊三七	<i>G.procumbens</i>	新型食品资源	云南、江西	清热,祛风除湿	[4]
G3	白子菜	<i>G.divaricata</i>	新型食品资源	广西、广东	活血,治疗跌打损伤	[5]
G4	灵菊七	<i>G.medica</i>	-	福建	降糖	[6]
G5	尼泊尔菊三七	<i>G.nepalensis</i>	-	云南、贵州	降糖	[7]

*基金项目:江西省中医药管理局科研计划(2021B606)

通信作者:龚建平,男,副教授,研究方向为中药有效成分的研究、中药处方制剂研究和药食同源中药保健品开发

续表1:

编号	植物名称	拉丁学名	食用价值	分布	功效	参考文献
G6	山芥菊三七	<i>G.barbareifolia</i>	-	海南、云南	止血,活血化痰	[8]
G7	狗头七	<i>G.pseudochina</i>	东南亚食用	广东、广西	止血止痛	[9]
G8	白凤菜	<i>G.formosana</i>	新型食品资源	台湾	解热解毒	[10]
G9	红凤菜	<i>G.bicolor</i>	广泛食用	广西、福建	消肿,凉血止血	[11]
G10	木耳菜	<i>G.cusimbua</i>	傣族食用	四川、云南	消肿,治疗跌打损伤	[12]
G11	兰屿木耳菜	<i>G.elliptica</i>	-	台湾	抗凝血	[13]

注:“-”表示不可食用或暂无详细食用记录。

2 化学成分研究

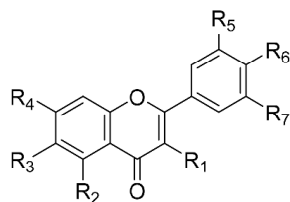
11个不同种类的菊三七属植物中共分离到200种化合物,其中包括黄酮类成分(1~32)、生物碱和其他含氮类成分(33~82)、萜类和甾醇类成分(83~134)、酚酸类成分(135~158)、脂肪族类成分(159~182)及其他化合物(183~200)。

2.1 黄酮类成分 菊三七属植物含有丰富的黄酮类成分,含量占比高,也是其主要活性成分之一。32种黄酮类成分中槲皮素和山柰酚的糖苷衍生物众多。吕寒等^[14]在红凤菜黄酮类成分研究中分离得到槲皮素(queracetin)、槲皮苷(queracitrin)、山柰酚(kaempferol)和芦丁(rutin)等黄酮类成分。何明珍等^[15]在平卧菊三七中分离得到山柰酚-7-O-β-D-葡萄糖苷(kaempferol-7-O-glucoside)和槲皮素等黄酮类成分。菊三七属植物分离得到的黄酮类成分见表2及图1。

2.2 生物碱及其含氮类成分 生物碱是另一类含量高且重要的化学成分,主要从该属植物的茎部或地上部分中提取得到。到目前为止,该属植物中共提取出50种生物碱和其他含氮类化合物。菊叶三七是我国最早被研究的菊三七属植物。唐世蓉等^[16]在研究其抗疟疾成分中分离得到千里光碱(senecionine);袁珊琴等^[17]在菊叶三七中分离得到菊三七碱甲(seneci-

表 2 菊三七属植物中黄酮类成分

编号	化合物名称	植物来源	化学式	CAS	参考文献
1	槲皮素(queracetin)	菊叶三七、平卧菊三七、白子菜、红凤菜	C ₁₅ H ₁₀ O ₇	117-39-5	[14-20]
2	木犀草素(luteolin)	平卧菊三七	C ₁₅ H ₁₀ O ₆	491-70-3	[15]
3	芹菜素(apigenin)	平卧菊三七	C ₁₅ H ₁₀ O ₅	520-36-5	[15]
4	山柰酚(kaempferol)	平卧菊三七、白子菜、红凤菜	C ₁₅ H ₁₀ O ₆	520-18-3	[16-20]
5	杨梅素(myricetin)	平卧菊三七	C ₁₅ H ₁₀ O ₈	529-44-2	[15]
6	柚皮素(naringenin)	红凤菜	C ₁₅ H ₁₂ O ₅	480-41-1	[20]
7	表儿茶素(epicatechin)	红凤菜	C ₁₅ H ₁₄ O ₆	490-46-0	[20]
8	黄芩素-7-甲醚(negletein)	平卧菊三七	C ₁₆ H ₁₂ O ₅	29550-13-8	[15]
9	槲皮苷(queracitrin)	红凤菜	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₁	522-12-3	[14]
10	高车前苷(homoplantagin)	红凤菜	C ₂₂ H ₂₂ O ₁₁	17680-84-1	[14]
11	异荭草苷(homoorientin)	平卧菊三七	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₁	4261-42-1	[14]
12	黄芩苷(haicalin)	平卧菊三七	C ₂₇ H ₃₈ O ₁₁	21967-41-9	[15]
13	金丝桃苷(hyperoside)	菊叶三七	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₂	482-36-0	[14]
14	三叶豆苷(kaempferol-3-O-galactoside)	白子菜	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₁	23627-87-4	[21]
15	阿福豆苷(afzelin)	白子菜	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₀	482-39-3	[22]
16	山柰酚-7-O-β-D-葡萄糖苷(kaempferol-7-O-glucoside)	平卧菊三七	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₁	16290-07-6	[15]
17	异槲皮苷(isoqueracitrin)	红凤菜	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₂	21637-25-2	[14]
18	紫云英苷(astragal)	平卧菊三七	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₁	480-10-4	[23]
19	木犀草苷(petunidin)	红凤菜	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₁	5373-11-5	[20]
20	山柰酚-3-O-乙酰基-葡萄糖苷(kaempferol-3-O-6"-O-acetyl-β-D-glucoside)	平卧菊三七	C ₂₅ H ₂₂ O ₁₂	118169-27-0	[24]
21	圣草次苷(eriacitrin)	平卧菊三七	C ₂₇ H ₃₂ O ₁₅	13463-28-0	[25]
22	山柰酚-3-O-芸香糖苷(kaempferol-3-O-rutinoside)	白子菜	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₅	17650-84-9	[19]
23	山柰酚-3-O-洋槐糖苷(biorobin)	白子菜	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₅	17297-56-2	[21]
24	芦丁(rutin)	菊叶三七、平卧菊三七、白子菜、红凤菜	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₆	153-18-4	[14-19]
25	槲皮素-3-O-芸香糖(queracetin-3-O-rutinoside)	平卧菊三七	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₆	949926-49-2	[26]
26	槲皮素-3-O-葡萄糖基(1→2)半乳糖苷(queracetin 3-O-rhamnosyl (1→2) galactoside)	平卧菊三七	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₇	55696-57-6	[26]
27	山柰酚-3,7-二-O-β-D-葡萄糖(kaempferol 3,7-di-O-β-D-glucopyranside)	平卧菊三七	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₆	25615-14-9	[27]
28	槲皮素-3-O-新橙皮苷(queracetin 3-O-neohesperidoside)	菊叶三七	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₆	32453-36-4	[28]
29	槲皮素-3-O-芸香糖苷(queracetin-3-O-rutinoside)	平卧菊三七	C ₂₇ H ₃₂ O ₁₇	190836-14-7	[27]
30	槲皮素-3-O-洋槐糖苷(queracetin 3-O-robibioside)	红凤菜	C ₂₇ H ₃₀ O ₁₆	52525-35-6	[29]
31	水仙苷(isorhamnetin-3-O-rutinoside)	灵菊七	C ₂₈ H ₃₂ O ₁₆	604-80-8	[30]
32	橙皮苷(hesperidin)	平卧菊三七	C ₂₈ H ₃₄ O ₁₅	520-26-3	[15]



1 R1=R2=R4=R5=R6=OH R3=R7=H

3 R2=R4=R6=OH R1=R3=R5=R7=H

5 R1=R2=R4=R5=R6=R7=OH R3=H

9 R2=R4=R5=R6=OH R1=O-glucoside R3=R7=H

11 R2=R4=R5=R6=OH R3=O-glucoside R1=R7=H

13 R2=R4=R5=R6=OH R1=O-galactoside R3=R7=H

15 R2=R4=R6=OH R1=O-rhamnoside R3=R5=R7=H

18 R2=R4=R6=OH R1=O-glucoside R3=R5=R7=H

20 R2=R4=R6=OH R1=O-acetyl-glucoside R3=R5=R7=H

23 R2=R4=R6=OH R1=O-robinobioside R3=R5=R7=H

25 R2=R4=R5=R6=OH R1=O-rutinoside R3=R7=H

27 R2=R6=OH R1=R4=O-glucoside R3=R5=R7=H

29 R2=R4=R5=R6=OH R1=O-rutinoside R3=R7=H

31 R2=R4=R6=OH R5=methoxy R1=O-rutinoside

2 R2=R4=R5=R6=OH R1=R3=R7=H

4 R1=R2=R4=R6=OH R3=R5=R7=H

8 R2=R3=OH R4=methoxy R1=R5=R6=R7=H

10 R2=R6=OH R4=O-glucoside R3=methoxy R1=R5=R7=H

12 R2=R3=OH R4=O-glucoside R1=R5=R6=R7=H

14 R2=R4=R6=OH R1=O-galactoside R3=R5=R7=H

16 R1=R2=R6=OH R4=O-glucoside R3=R5=R7=H

19 R2=R5=R6=OH R4=O-glucoside R1=R3=R7=H

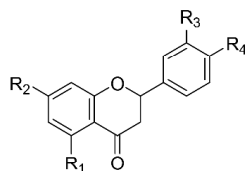
22 R2=R4=R6=OH R1=O-rutinoside R3=R5=R7=H

24 R2=R4=R5=R6=OH R1=O-rutinoside R3=R7=H

26 R2=R4=R5=R6=OH R1=O-rhamnosyl (1→2) galactoside R3=R7=H

28 R2=R4=R5=R6=OH R1=O-neohesperidoside R3=R7=H

30 R2=R4=R5=R6=OH R1=O-robinobioside R3=R7=H

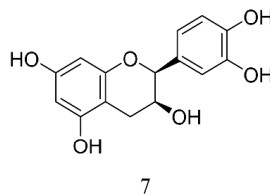


6 R1=R2=R4=OH R3=H

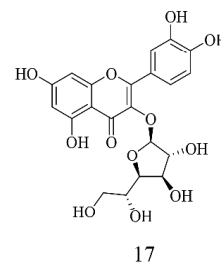
21 R1=R3=R4=OH R2=O-rutinoside

32 R1=R3=OHR2=O-rhamnogluconide R4=methoxy

注:化合物对应表2中相同序号的化合物。



7



17

图1 菊三七属植物中黄酮类化合物结构

phyllinine)和菊三七碱乙[(E)-seneciophyllinine]。白子菜是另一种富含生物碱的菊三七属植物。陈磊等^[33]从白子菜中分离得到掌叶半夏碱庚。菊三七属植物分离得到的生物碱及其含氮类成分见表3及图2。

2.3 萜类及甾醇成分 萜类及甾醇类化合物在自然界广泛存在于植物体中。菊三七属植物中共分离得到52种萜类及甾醇化合物,该属植物中甾醇主要为β-谷甾醇和豆甾醇及其衍生物。卓敏等^[49]从红凤菜地上部分分离得到乙酰木栓醇、α-香树脂醇、β-香树脂醇和β-香树脂醇-3-O-葡萄糖苷等化合物。菊三七属植物分离得到的萜类及甾醇类化合物见表4及图3。

2.4 酚酸类成分 酚酸类成分是从菊三七属植物中提取得到的活性物质之一。目前菊三七属植物中共分离得到24种酚酸类成分,包括苯丙酸、咖啡酰奎宁酸衍生物及其他简单酚

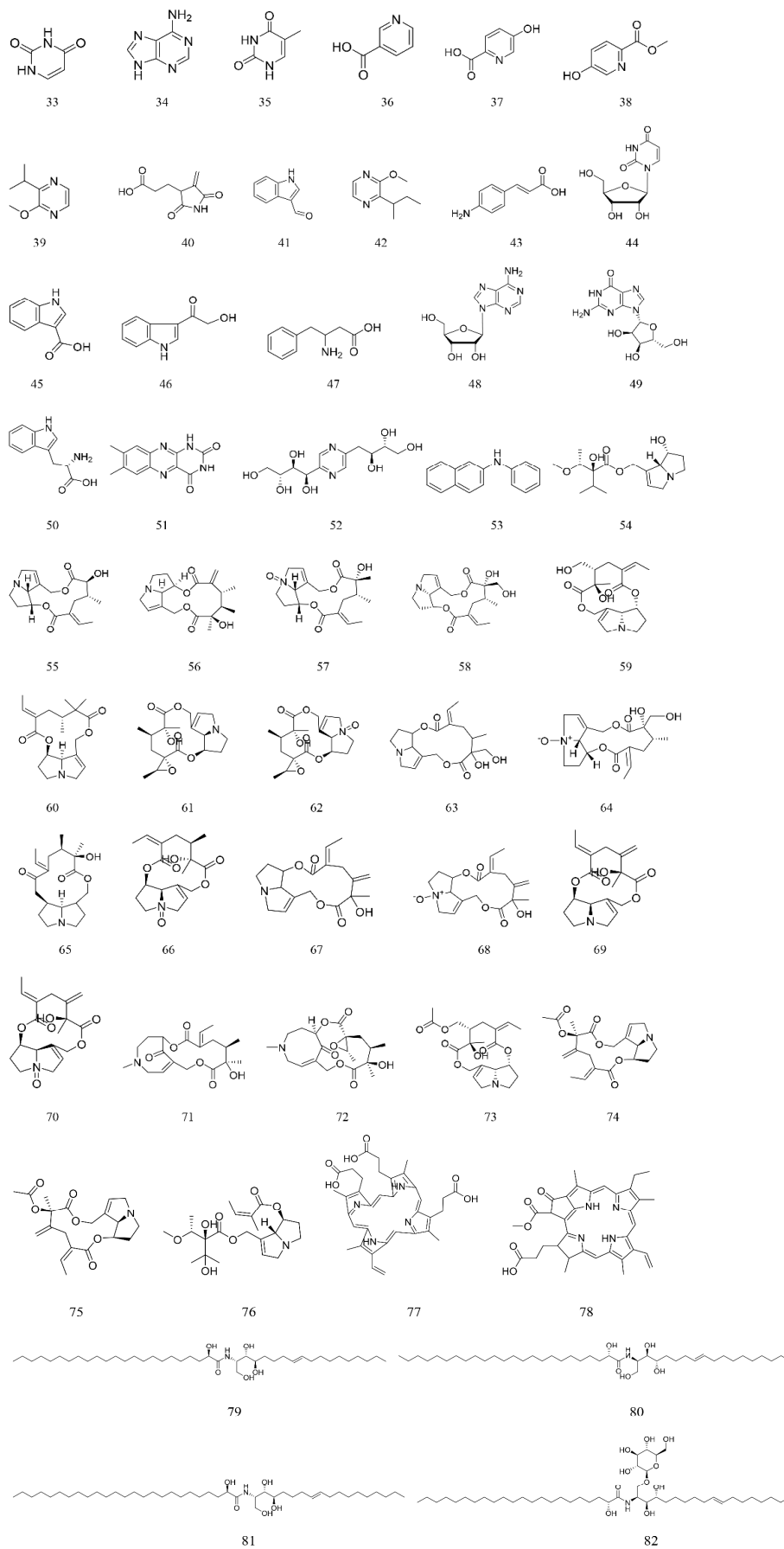
类成分。其中咖啡酰奎宁酸及其衍生物是最重要的成分,主要从平卧菊三七和白子菜中分离得到。同时咖啡酰奎宁酸及其衍生物被认为是抗氧化和抗糖尿病的活性成分。菊三七属植物分离得到的酚酸类成分见表5及图4。

2.5 脂肪族类成分 脂肪族类化合物广泛存在于自然界各类植物中,通常作为能量储存。该属植物中共分离得到24种脂肪族化合物,主要包括长链烷烃类、醇类、羧酸类和脂类。其中羧酸类成分种类最多。菊三七属植物分离得到的脂肪族类化合物见表6及图5。

2.6 其他成分 除上述成分外,该属植物中还分离得到17种其他成分。其他成分结构都较简单,包括苯甲酸、香兰素、氯化肉桂酸和4-甲氧基肉桂酸等。菊三七属植物分离得到的其他成分见表7及图6。

表 3 菊三七属植物中生物碱及其含氮化合物

编号	化合物名称	植物来源	化学式	CAS	参考文献
33	尿嘧啶(uracil)	菊叶三七	$C_4H_4N_2O_2$	66-22-8	[16]
34	腺嘌呤(adenine)	平卧菊三七	$C_5H_5N_5$	73-24-5	[27]
35	胸腺嘧啶(thymine)	白子菜	$C_5H_6N_2O_2$	65-71-4	[19]
36	烟酸(nicotinic acid)	白子菜	$C_6H_5NO_2$	59-67-6	[33]
37	5-羟基-2-吡啶羧酸(5-hydroxypyridine-2-carboxylic acid)	白子菜	$C_6H_5NO_3$	15069-92-8	[33]
38	5-羟基吡啶甲酸甲酯(5-hydroxy picolinic acid methyl ester)	白子菜	$C_7H_7NO_3$	30766-12-2	[33]
39	2-异丙基-3-甲氧基吡嗪(2-methoxy-3-isopropylpyrazine)	红凤菜	$C_8H_{12}N_2O$	25773-40-4	[29]
40	异血红酸(isohematinic acid)	平卧菊三七	$C_8H_9NO_4$	86408-37-9	[27]
41	吲哚-3-甲醛(indole-3-carboxaldehyde)	尼泊尔菊三七	C_9H_7NO	487-89-8	[34]
42	2-甲氧基-3-仲丁基吡嗪(2-methoxy-3-sec-butylpyrazine)	红凤菜	$C_9H_{14}N_2O$	24168-70-5	[35]
43	4-氨基肉桂酸(4-aminocinnamic acid)	平卧菊三七	$C_9H_9NO_2$	2393-18-2	[36]
44	尿苷(uridine)	白子菜	$C_9H_{12}N_2O_6$	58-96-8	[33]
45	3-吲哚甲酸(indole-3-carboxylic acid)	平卧菊三七	$C_9H_7NO_2$	771-50-6	[27]
46	2-羟基-1-(1H-吲哚-3-基)乙酮(2-hydroxy-1-(1h-indol-3-yl)ethanone)	尼泊尔菊三七	$C_{10}H_9NO_2$	2400-51-3	[34]
47	L-苯丙氨酸(phenylalanine)	红凤菜	$C_9H_{11}NO_2$	63-91-2	[37]
48	腺苷(adenosine)	白子菜	$C_{10}H_{13}N_5O_4$	58-61-7	[33]
49	鸟苷(guanosine)	红凤菜	$C_{10}H_{13}N_5O_5$	118-00-3	[37]
50	色氨酸(tryptophan)	红凤菜	$C_{11}H_{12}N_2O_2$	73-22-3	[28]
51	光色素(lumichrome)	狗头七	$C_{12}H_{10}N_4O_2$	1086-80-2	[38]
52	2,5-脱氧果糖嗟(deoxyfructosazine)	白子菜	$C_{12}H_{20}N_2O_7$	17460-13-8	[33]
53	N-苯基-2-萘胺(n-(2-Naphthyl)aniline)	菊叶三七	$C_{16}H_{13}N$	135-88-6	[39]
54	天芥菜素(heliotrine)	平卧菊三七	$C_{16}H_{27}NO_5$	59532-50-2	[40]
55	尼勒吉扔碱(nilgirine)	菊叶三七	$C_{17}H_{23}NO_5$	21009-05-2	[41]
56	千叶维宁(senecivernine)	平卧菊三七	$C_{18}H_{25}NO_5$	72755-25-0	[40]
57	千里光碱N-氧化物(integerrimine-N-oxide)	菊叶三七	$C_{18}H_{25}NO_6$	85955-28-8	[42]
58	光萆野百合碱(usaramine)	红凤菜	$C_{18}H_{25}NO_6$	15503-87-4	[43]
59	19-羟基千里光碱(gynuramine)	菊叶三七	$C_{18}H_{25}NO_6$	85611-43-4	[32]
60	全缘千里光碱(integerrimine)	菊叶三七、白子菜	$C_{18}H_{25}NO_5$	480-79-5	[32,43]
61	夹可宾碱(jacobine)	白子菜	$C_{18}H_{25}NO_6$	6870-67-3	[44]
62	夹可宾碱N-氧化物(jacobine-N-oxide)	菊叶三七	$C_{18}H_{25}NO_7$	38710-25-7	[42]
63	倒千里光碱(retrorsine)	红凤菜	$C_{18}H_{25}NO_6$	480-54-6	[43]
64	倒千里光碱N-氧化物(retrorsine-N-oxide)	菊叶三七	$C_{18}H_{25}NO_7$	15503-86-3	[42]
65	千里光碱(senecionine)	菊叶三七	$C_{18}H_{25}NO_5$	130-01-8	[45]
66	千里光碱N-氧化物(senecionine N-oxide)	菊叶三七	$C_{18}H_{25}NO_6$	13268-67-2	[42]
67	千里光菲灵碱(seneciphylline)	菊叶三七	$C_{18}H_{23}NO_5$	480-81-9	[45]
68	千里光菲灵碱N-氧化物(seneciphylline N-oxide)	平卧菊三七	$C_{18}H_{23}NO_6$	38710-26-8	[40]
69	鹰爪碱(spartioidine)	菊叶三七	$C_{18}H_{23}NO_5$	520-59-2	[42]
70	鹰爪碱N-氧化物(spartioidineN-oxide)	菊叶三七	$C_{18}H_{23}NO_6$	121123-61-3	[42]
71	氧化苦参碱(senkirkine)	白子菜	$C_{19}H_{27}NO_6$	2318-18-5	[44]
72	奥索千里光碱(otosenine)	菊叶三七	$C_{19}H_{27}NO_7$	16958-29-5	[32]
73	乙酰谷酰胺(acetylgynuramine)	菊叶三七、白子菜	$C_{20}H_{27}NO_7$	85547-34-8	[32,43]
74	菊三七碱甲(seneciphyllinine)	菊叶三七	$C_{20}H_{25}NO_6$	90341-45-0	[32]
75	菊三七碱乙((E)-seneciphyllinine)	菊叶三七	$C_{20}H_{25}NO_6$	1628938-73-7	[46]
76	毛果天芥菜碱(lasiocarpine)	平卧菊三七	$C_{21}H_{33}NO_7$	303-34-4	[40]
77	硬卟啉(harderoporphyrin)	平卧菊三七	$C_{35}H_{36}N_4O_6$	30783-27-8	[47]
78	脱镁叶绿酸盐 A(pheophorbide a)	平卧菊三七	$C_{35}H_{36}N_4O_5$	15664-29-6	[47]
79	三七草酰胺Ⅲ(gynuramide Ⅲ)	菊叶三七	$C_{41}H_{81}NO_5$	295803-02-0	[32]
80	三七草酰胺Ⅱ(gynuramide Ⅱ)	菊叶三七	$C_{42}H_{83}NO_5$	295803-03-1	[32]
81	三七草酰胺Ⅰ(gynuramide Ⅰ)	菊叶三七	$C_{43}H_{85}NO_5$	295803-05-3	[32]
82	马兰苷(gynuraoside)	白子菜	$C_{46}H_{89}NO_{10}$	1206850-06-7	[48]

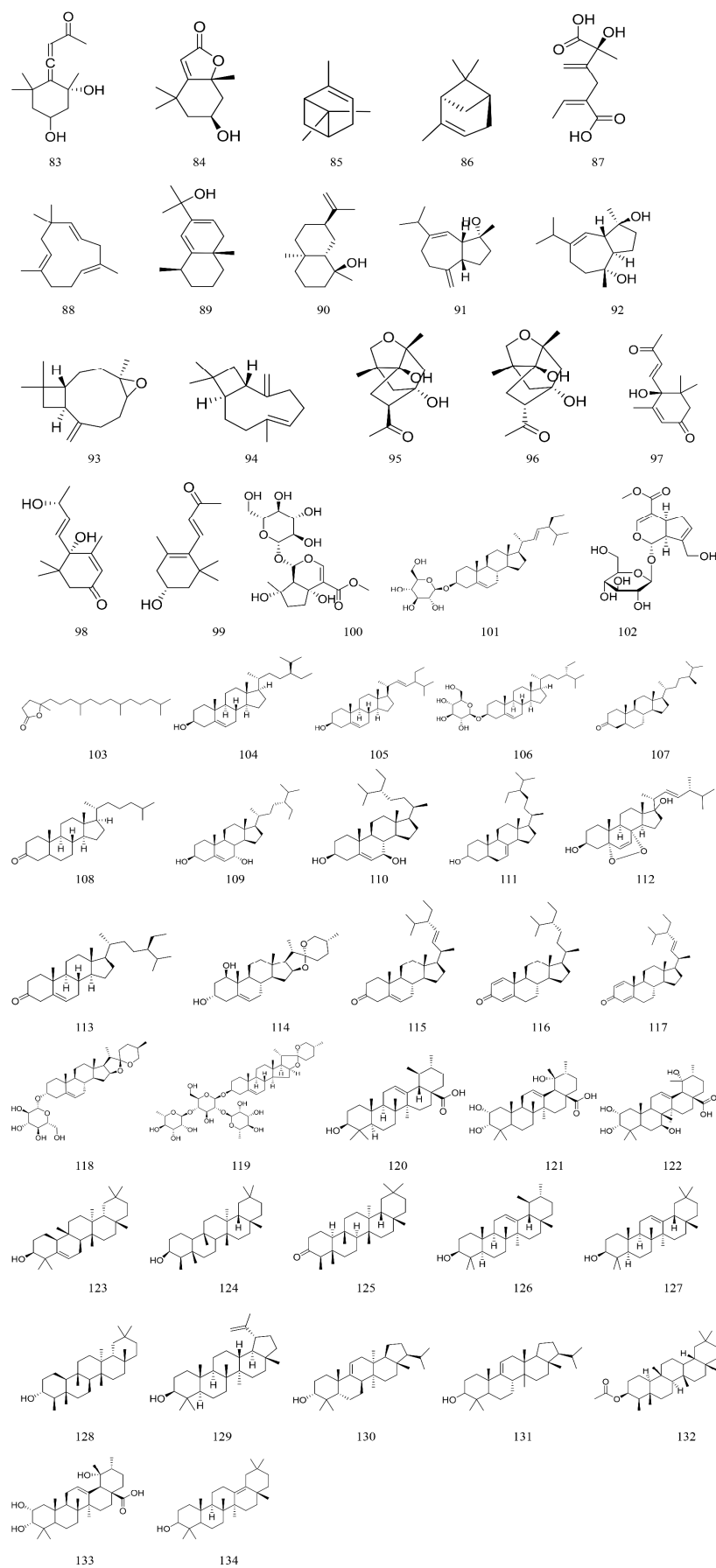


注:化合物对应表3中相同序号的化合物。

图2 菊三七属植物中生物碱及其含氮化合物结构

表 4 菊三七属植物中萜类及甾醇成分表

编号	化合物名称	植物来源	分子式	CAS	参考文献
83	蚱蜢酮[(4R)-4-(3-oxo-1-buten-1-ylidene)-3 α ,5,5-trimethylcyclohexane-1 α ,3 β -diol]	平卧菊三七	C ₁₃ H ₂₀ O ₃	41703-38-2	[50]
84	黑麦草内酯(lololide)	尼泊尔菊三七	C ₁₁ H ₁₆ O ₃	5989-02-6	[34]
85	α -蒎烯(α -pinene)	红凤菜	C ₁₀ H ₁₆	80-56-8	[49]
86	β -蒎烯(β -pinene)	红凤菜	C ₁₀ H ₁₆	2437-95-8	[49]
87	千叶酸(seneciophyllic acid)	菊叶三七	C ₁₀ O ₃ H ₁₄	18003-06-0	[45]
88	α -律草烯(α -humulene)	红凤菜	C ₁₅ H ₂₄	6753-98-6	[51]
89	过氧马兰二烯(hydroperoxy-gynuradiene)	平卧菊三七	C ₁₅ H ₂₄ O	1342819-33-3	[52]
90	臭根醇(intermedeol)	平卧菊三七	C ₁₅ H ₂₆ O	6168-59-8	[35]
91	泽泻醇(alismol)	平卧菊三七	C ₁₅ H ₂₄ O	87827-55-2	[35]
92	环氧泽泻烯(alismoxide)	平卧菊三七	C ₁₅ H ₂₆ O ₂	87701-68-6	[35]
93	石竹素(caryophyllene oxide)	菊叶三七	C ₁₅ H ₂₄ O	1139-30-6	[48]
94	β -石竹烯(β -caryophyllene)	红凤菜	C ₁₅ H ₂₄	87-44-5	[51]
95	红霉素A(drummondone A)	平卧菊三七	C ₁₅ H ₂₀ O ₄	100655-65-0	[50]
96	红霉素B(drummondone B)	平卧菊三七	C ₁₅ H ₂₀ O ₄	100760-76-7	[50]
97	去氢吐叶醇(dehydromomifolol)	红凤菜	C ₁₅ H ₁₈ O ₃	15764-81-5	[51]
98	吐叶醇(vomifolol)	红凤菜	C ₁₅ H ₂₀ O ₃	23526-45-6	[51]
99	(3R)-3-羟基- β -紫罗兰酮[(3R)-3-hydroxy- β -ionone]	尼泊尔菊三七	C ₁₅ H ₂₀ O ₂	50281-38-4	[34]
100	野芝麻新苷(ipolamiide)	平卧菊三七	C ₁₇ H ₂₆ O ₁₁	27934-98-1	[47]
101	豆甾醇- β -D-吡喃葡萄糖苷(stigmasteryl β -D-glucopyranoside)	菊叶三七	C ₃₃ H ₅₈ O ₆	1631050-11-7	[48]
102	梔子苷(geniposide)	红凤菜	C ₁₇ H ₂₄ O ₁₀	24512-63-8	[37]
103	5-甲基-5-(4,8,12-三甲基十三烷基)二氢-2(3H)-呋喃酮(5-methyl-5-(4,8,12-trimethyltridecyl) dihydro-2(3H)-furanone)	菊叶三七	C ₂₁ H ₄₀ O ₂	96168-15-9	[48]
104	β -谷甾醇(β -sitosterol)	白子菜	C ₂₈ H ₅₀ O	83-46-5	[19]
105	豆甾醇(stigmasterol)	白子菜	C ₂₉ H ₄₈ O	83-48-7	[19]
106	胡萝卜苷(daucosterol)	平卧菊三七	C ₃₈ H ₆₀ O ₆	474-58-8	[25]
107	麦角甾烷-3-酮(ergostan-3-one)	菊叶三七	C ₂₈ H ₄₈ O	59461-38-0	[48]
108	胆甾烷-3-酮(cholest-3-one)	菊叶三七	C ₂₇ H ₄₆ O	15600-08-5	[48]
109	7 α -羟基谷甾醇(7 α -hydroxysitosterol)	菊叶三七	C ₂₉ H ₅₀ O ₂	34427-61-7	[48]
110	7 β -羟基- β -谷甾醇(7 β -hydroxysitosterol)	菊叶三七	C ₂₉ H ₅₀ O ₂	15140-59-7	[48]
111	仙人掌甾醇(schottenol)	平卧菊三七	C ₂₉ H ₅₀ O	521-03-9	[52]
112	过氧麦角甾醇(ergosterol 5,8-peroxide)	菊叶三七	C ₂₈ H ₄₄ O ₃	2061-64-5	[48]
113	β -谷甾酮(β -sitosterone)	菊叶三七	C ₂₉ H ₄₈ O	51529-11-4	[48]
114	3-表皮素(3-episcogenin)	菊叶三七	C ₂₇ H ₄₂ O ₄	66251-06-7	[48]
115	(22E)-豆甾-5,22-二烯-3-酮((22E)-stigmasta-5,22-dien-3-one)	菊叶三七	C ₂₉ H ₄₆ O	51529-12-5	[48]
116	(22E,24R)-豆甾-1,4-二烯-3-酮(22E,24R)-stigmasta-1,4-dien-3-one	菊叶三七	C ₂₉ H ₄₆ O	64700-25-0	[48]
117	(22E,24S)-豆甾-1,4,22-三烯-3-酮(22E,24S)-stigmasta-1,4,22-trien-3-one	菊叶三七	C ₂₉ H ₄₄ O	678149-75-2	[48]
118	薯蓣皂苷元-3- β -D-吡喃葡萄糖苷(3- β -D-glucopyranoside)	菊叶三七	C ₃₃ H ₅₂ O ₈	66289-51-8	[48]
119	薯蓣皂甙(dioscin)	菊叶三七	C ₄₅ H ₇₂ O ₁₆	19057-60-4	[48]
120	熊果酸(ursolic acid)	平卧菊三七	C ₃₀ H ₄₈ O ₃	77-52-1	[15]
121	2 α ,19 α -二羟基熊果酸(tormentic acid)	平卧菊三七	C ₃₀ H ₄₈ O ₅	13850-16-3	[15]
122	刺梨酸(roxburic acid)	平卧菊三七	C ₃₀ H ₄₈ O ₆	108657-25-6	[15]
123	粘霉醇(glutinol)	白子菜	C ₃₁ H ₅₀ O	545-24-4	[44]
124	表木栓醇(friedelinol)	白子菜	C ₃₁ H ₅₂ O	5085-72-3	[19]
125	无羁萜(friedelin)	白子菜	C ₃₀ H ₅₀ O	559-74-0	[53]
126	α -香树脂醇(viminalol)	红凤菜	C ₃₀ H ₅₀ O	638-95-9	[49]
127	β -香树脂醇(β -amyrin)	红凤菜	C ₃₀ H ₅₀ O	559-70-6	[49]
128	表木栓醇(friedelan-3 α -ol)	菊叶三七	C ₃₀ H ₅₂ O	5085-72-3	[48]
129	羽扇豆醇(lupeol)	菊叶三七	C ₃₀ H ₅₀ O	545-47-1	[48]
130	异乔木藓醇(isoarborinol)	菊叶三七	C ₃₀ H ₅₀ O	5532-41-2	[48]
131	山柑子藓醇(arborinol)	菊叶三七	C ₃₀ H ₅₀ O	4611-08-9	[48]
132	乙酸表无羁萜醇酯(epifriedelanol acetate)	红凤菜	C ₃₂ H ₅₄ O ₂	2259-07-6	[49]
133	野鸦椿酸(euscaphic acid)	平卧菊三七	C ₃₀ H ₄₈ O ₅	53155-25-2	[15]
134	α -香树素(α -amyrin)	菊叶三七	C ₃₀ H ₅₀ O	508-04-3	[48]



注:化合物对应表4中相同序号的化合物。

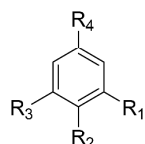
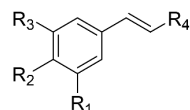
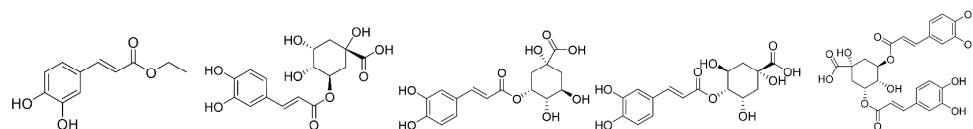
图3 菊三七属植物中萜类及甾醇化合物结构

表 5 菊三七属植物中酚酸类成分表

编号	化合物名称	植物来源	分子式	CAS	参考文献
135	对羟基苯甲酸(4-hydroxybenzoic acid)	红凤菜、平卧菊三七、白子菜	C ₇ H ₆ O ₃	99-96-7	[11,15,54]
136	2,5-二羟基苯甲(2,5-dihydroxybenzoic acid)	平卧菊三七	C ₇ H ₆ O ₄	490-79-9	[15]
137	硫酸蛋白胺(protamine sulfate)	平卧菊三七	C ₇ H ₆ O ₃	9009-65-8	[15]
138	原儿茶酸(protocatechuic acid)	红凤菜、平卧菊三七	C ₇ H ₆ O ₄	99-50-3	[11,15]
139	没食子酸(gallic acid)	平卧菊三七	C ₇ H ₆ O ₅	149-91-7	[15]
140	水杨酸(salicylic acid)	白子菜	C ₇ H ₆ O ₃	69-72-7	[54]
141	3-羟基-4-甲氧基苯甲酸(3-hydroxy-4-methoxybenzoic acid)	白子菜	C ₈ H ₈ O ₄	645-08-9	[54]
142	3,4-二羟基-5-甲氧基苯甲酸(3,4-dihydroxy-5-methoxybenzoic acid)	平卧菊三七	C ₈ H ₈ O ₅	3934-84-7	[15]
143	香草酸(vanillic acid)	平卧菊三七	C ₈ H ₈ O ₄	121-34-6	[15]
144	咖啡酸(caffeic acid)	平卧菊三七、灵菊七	C ₈ H ₈ O ₄	331-39-5	[15,55]
145	反式-4-羟基肉桂酸(p-coumaric acid)	平卧菊三七、白子菜	C ₉ H ₈ O ₃	501-98-4	[15,54]
146	3,4-二羟基苯乙酸甲酯(3,4-dihydroxyphenylacetic acid methyl ester)	平卧菊三七	C ₉ H ₁₀ O ₄	25379-88-8	[15]
147	丁香酸(syringic acid)	平卧菊三七	C ₉ H ₁₀ O ₅	530-57-4	[15]
148	阿魏酸(ferulic acid)	平卧菊三七、白子菜	C ₁₀ H ₁₀ O ₄	1135-24-6	[15,56]
149	芥子酸(4-hydroxy-3,5-dimethoxycinnamic acid)	平卧菊三七	C ₁₁ H ₁₂ O ₅	530-59-6	[15]
150	咖啡酸乙酯(ethyl caffeate)	红凤菜	C ₁₁ H ₁₂ O ₄	102-37-4	[29]
151	绿原酸(chlorogenic acid)	平卧菊三七	C ₁₆ H ₁₈ O ₉	327-97-9	[57]
152	新绿原酸(neochlorogenic acid)	平卧菊三七	C ₁₆ H ₁₈ O ₉	906-33-2	[57]
153	隐绿原酸(cryptochlorogenic acid)	平卧菊三七	C ₁₆ H ₁₈ O ₉	905-99-7	[57]
154	异绿原酸A(isochlorogenic acid a)	平卧菊三七	C ₂₅ H ₂₄ O ₁₂	2450-53-5	[57]
155	异绿原酸B(isochlorogenic acid b)	平卧菊三七	C ₂₅ H ₂₄ O ₁₂	14534-61-3	[57]
156	异绿原酸C(isochlorogenic acid c)	平卧菊三七	C ₂₅ H ₂₄ O ₁₂	57378-72-0	[57]
157	4,5-二咖啡酰奎宁酸(4,5-dicaffeoylquinic acid)	白子菜	C ₂₅ H ₂₄ O ₁₂	32451-88-0	[44]
158	3,4-二咖啡酰奎宁酸乙酯(ethyl 3,4-dicaffeoylquininate)	白子菜	C ₂₇ H ₂₈ O ₁₂	143051-73-4	[44]

表 6 菊三七属植物中脂肪族类成分表

编号	化合物名称	植物来源	分子式	CAS	参考文献
159	正己烷(hexane)	红凤菜	C ₆ H ₁₄	110-54-3	[49]
160	月桂烯(myrcene)	红凤菜	C ₁₀ H ₁₆	123-35-3	[49]
161	1-十一烯(1-undecene)	红凤菜	C ₁₁ H ₂₂	821-95-4	[49]
162	肉豆蔻酸(myristic acid)	平卧菊三七	C ₁₄ H ₂₈ O ₂	544-63-8	[58]
163	棕榈油酸(palmitoleic acid)	平卧菊三七	C ₁₆ H ₃₀ O ₂	373-49-9	[58]
164	棕榈酸(palmitic acid)	白子菜、平卧菊三七	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	57-10-3	[53,58]
165	亚油酸(linoleic acid)	白子菜、平卧菊三七	C ₁₈ H ₃₂ O ₂	60-33-3	[53,58]
166	α-亚油酸(linolenic acid)	白子菜、平卧菊三七	C ₁₈ H ₃₀ O ₂	463-40-1	[53,58]
167	硬脂酸(stearic acid)	白子菜、平卧菊三七	C ₁₈ H ₃₆ O ₂	57-11-4	[53,58]
168	二十酸(arachidic acid)	平卧菊三七	C ₂₀ H ₄₀ O ₂	506-30-9	[58]
169	二十二酸(docosanoic acid)	平卧菊三七	C ₂₂ H ₄₄ O ₂	112-85-6	[58]
170	二十四烷酸(lignoceric acid)	平卧菊三七	C ₂₄ H ₄₈ O ₂	557-59-5	[58]
171	蜡酸(hexacosanoic acid)	平卧菊三七	C ₂₆ H ₅₂ O ₂	506-46-7	[15]
172	褐煤酸(octacosanoic acid)	白子菜、平卧菊三七	C ₂₈ H ₅₆ O ₂	506-48-9	[53,58]
173	油酸(oleic acid)	白子菜	C ₁₈ H ₃₄ O ₂	112-80-1	[53]
174	二十烷(n-eicosane)	白子菜	C ₂₀ H ₄₂	112-95-8	[53]
175	二十烷醇(tetracosanol)	白子菜	C ₂₄ H ₅₀ O	506-51-4	[53]
176	二十八烷醇(octacosyl alcohol)	白子菜	C ₂₈ H ₅₈ O	557-61-9	[53]
177	正三十一烷(hentriacontane)	菊叶三七	C ₃₁ H ₆₄	630-04-6	[48]
178	油酸甲酯(methyl oleate)	白子菜	C ₁₉ H ₃₆ O ₂	112-62-9	[59]
179	棕榈酸甲酯(methyl hexadecanoate)	白子菜	C ₁₇ H ₃₄ O ₂	112-39-0	[59]
180	二十二烷(docosane)	白子菜	C ₂₂ H ₄₆	629-97-0	[59]
181	亚油酸甲酯(methyl linoleate)	白子菜	C ₁₉ H ₃₄ O ₂	112-63-0	[59]
182	正三十二烷醇(1-dotriacontanol)	平卧菊三七	C ₃₂ H ₆₆ O	6624-79-9	[49]

135 R₂=COOH R₅=OH R₁=R₃=H136 R₃=COOH R₂=R₄=OH R₁=H137 R₁=R₂=OH R₄=CHO R₃=H138 R₁=R₂=OH R₄=COOH R₃=H139 R₁=R₂=R₃=OH R₄=COOH140 R₁=COOH R₂=OH R₃=R₄=H141 R₁=OH R₂=methoxy142 R₁=methoxy R₂=R₃=OH R₄=COOH143 R₁=methoxy R₂=OH R₄=COOH R₃=H147 R₁=R₃=methoxy R₂=OH R₄=COOH144 R₁=R₂=OH R₄=COOH R₃=H145 R₂=OH R₄=COOH R₁=R₃=H146 R₁=R₂=OH R₄=methoxy R₃=H148 R₁=methoxy R₂=OH R₄=COOH R₃=H149 R₁=R₃=methoxy R₂=OH R₄=COOH

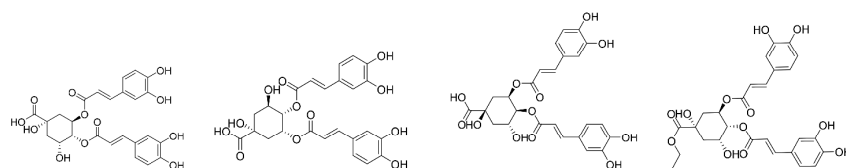
150

151

152

153

154



155

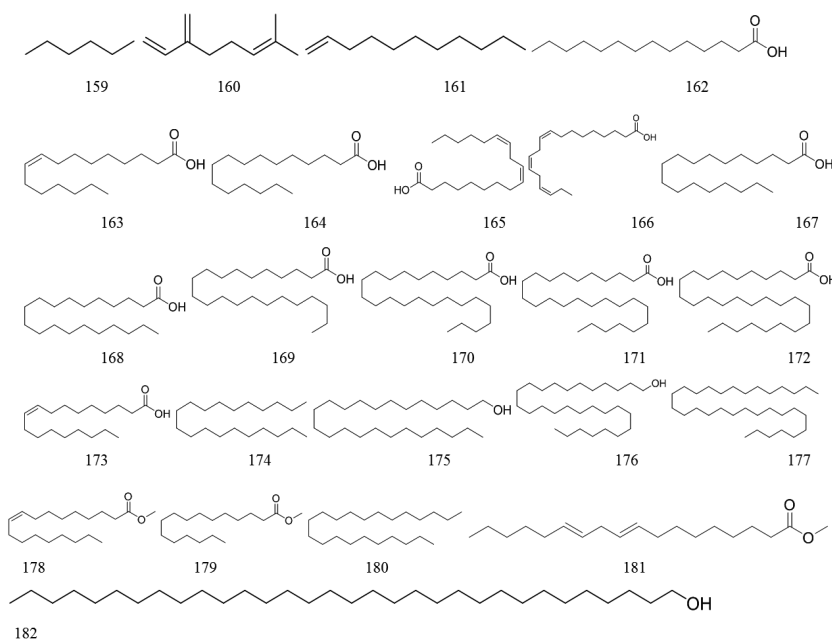
156

157

158

注:化合物对应表5中相同序号的化合物。

图4 菊三七属植物中酚酸类化合物结构



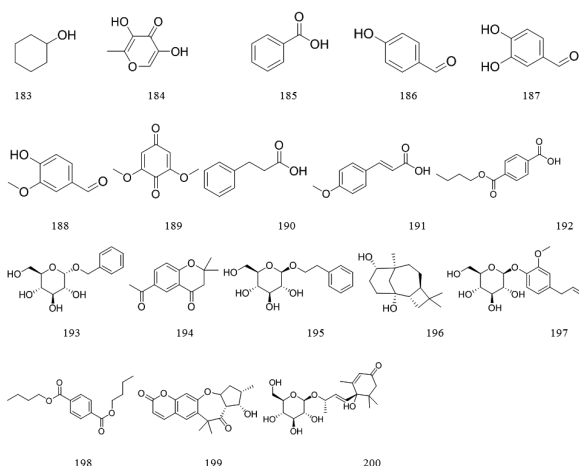
182

注:化合物对应表6中相同序号的化合物。

图5 菊三七属植物中脂肪族类化合物结构

表 7 菊三七属植物中其他化合物类成分表

编号	化合物名称	植物来源	分子式	CAS	参考文献
183	环己醇(cyclohexanol)	红凤菜	C ₆ H ₁₂ O	108-93-0	[49]
184	5-羟基麦芽酚(5-hydroxymaltol)	平卧菊三七	C ₆ H ₆ O ₄	1073-96-7	[15]
185	苯甲酸(benzoic acid)	红凤菜	C ₇ H ₆ O ₂	65-85-0	[49]
186	对羟基苯甲醛(p-hydroxybenzaldehyde)	菊叶三七	C ₇ H ₆ O ₂	123-08-0	[48]
187	3,4-二羟基苯甲醛(protocatechuic aldehyde)	平卧菊三七	C ₇ H ₆ O ₃	139-85-5	[15]
188	香兰素(vanillin)	菊叶三七	C ₈ H ₈ O ₃	121-33-5	[48]
189	2,6-二甲氧基-1,4-苯醌(2,6-dimethoxy-1,4-benzoquinone)	菊叶三七	C ₈ H ₈ O ₄	530-55-2	[48]
190	氢化肉桂酸(3-phenylpropionic acid)	平卧菊三七	C ₉ H ₁₀ O ₂	501-52-0	[15]
191	反式-4-甲氧基肉桂酸(4-methoxycinnamic acid)	平卧菊三七	C ₁₀ H ₁₀ O ₃	943-89-5	[15]
192	对苯二甲酸单丁酯(terephthalic acid monobutyl ester)	白子菜	C ₁₂ H ₁₄ O ₄	1818-06-0	[33]
193	苄基-O-β-D-吡喃葡萄糖苷(benzyl-O-β-D-glucopyranoside)	平卧菊三七	C ₁₃ H ₁₈ O ₆	4304-12-5	[15]
194	2,2-二甲基-6-乙酰基二氢色原酮(2,2-dimethyl-6-acetyl chromanone)	菊叶三七	C ₁₃ H ₁₄ O ₃	68799-41-7	[45]
195	2-苯乙基 β-D-吡喃葡萄糖(2-phenylethyl β-D-glucopyranoside)	平卧菊三七	C ₁₄ H ₂₀ O ₆	18997-54-1	[15]
196	(石竹烷-1,9-β-二醇)caryolane-1,9-β-diol	白子菜	C ₁₅ H ₂₆ O ₂	155485-76-0	[56]
197	丁香酚葡萄糖苷(eugenol glucoside)	平卧菊三七	C ₁₆ H ₂₂ O ₇	18604-50-7	[58]
198	对苯二甲酸二丁酯(dibutyl terephthalate)	白子菜	C ₁₆ H ₂₂ O ₄	1962-75-0	[56]
199	马兰酮(gynurone)	菊叶三七	C ₁₉ H ₂₀ O ₅	63843-05-0	[45]
200	(6S,9S)-长寿花糖苷[(6S,9S)-roseoside]	红凤菜	C ₁₉ H ₃₀ O ₈	185414-25-9	[49]



注:化合物对应表7中相同序号的化合物。

图 6 菊三七属植物中其他化合物结构

3 药理作用

菊三七属植物的药理作用主要包括降血糖、降尿酸、镇痛、抗炎、止血及抗肿瘤等。

3.1 降血糖 平卧菊三七及灵菊七等三七属植物具有降血糖的作用。平卧菊三七提取物能降低糖尿病小鼠血糖,改善小鼠的多饮多食症状^[60]。ALGARIRI K等^[61]研究表明,平卧菊三七能抑制糖尿病小鼠血糖的升高,且不影响正常小鼠的血糖。郑国栋等^[62]研究表明,平卧菊三七具有降血糖、降血脂的作用,能够调节羟甲基戊二酰CoA还原酶,抑制甘油三酯的吸收,进而达到降脂效果。

灵菊七是近年来新发现的菊三七属植物,其水提物具有良好的降糖作用^[63]。季顺进等^[64]采用了四氧嘧啶诱导的糖尿病小鼠验证了灵菊七水提物的降血糖作用,并推测这可能与

促进胰岛素分泌有关。除此之外,控制糖分的分解也可以达到降低血糖的目的,如抑制α-葡萄糖苷酶和α-淀粉酶活性。李凤伟等^[65]发现灵菊七石油醚萃取物能够显著抑制α-葡萄糖苷酶活性,并经过GC-MS分析,推测其作用可能与其中的萜类成分有关。马科等^[66]研究表明,灵菊七水提物中蛋白能抑制α-淀粉酶活性,推测灵菊七可能含有能够抑制α-淀粉酶活性的蛋白。

3.2 降尿酸 白背三七(白子菜)及平卧菊三七等菊三七属植物具有降尿酸的作用。黄秀梅等^[67]研究发现,白背三七萃取物能降低氧嗪酸钾诱导所致高尿酸小鼠的尿酸,其机制可能是抑制黄嘌呤脱氢酶和黄嘌呤氧化酶活性。

胡居吾^[68]研究表明,平卧菊三七醇提物能降低高尿酸血症小鼠的尿酸。同时傅荣博等^[69]研究表明,平卧菊三七能够明显降低高尿酸小鼠模型尿酸,并以黄嘌呤氧化酶对平卧菊三七提取工艺进行筛选。LC-MS分析表明,抑制黄嘌呤氧化酶活性的提取物成分主要是咖啡酰基奎尼酸类和黄酮类物质^[69]。马文婧等^[70]评价了平卧菊三七各乙醇浓度回流提取物的降尿酸效果,并结合体内和体外药理实验探究了平卧菊三七降尿酸活性的物质基础。结果表明,平卧菊三七降尿酸活性的物质可能与1,5-二咖啡酰奎宁酸、香叶木素和柚皮素等成分有关。

3.3 镇痛 菊三七属植物具有镇痛的作用,如常用于治疗跌打损伤、风湿痹痛和蚊虫叮咬的菊三七制剂“去痛灵”具有良好的止痛效果。张铭龙等^[71]通过化学方法利用菊三七碱合成的PRTN(仿造菊三七碱合成的母体类似物),具有良好且持久的镇痛作用。许溪等^[72]研究发现,平卧菊三七水提物、醇提物和水提醇沉物都能显著减少醋酸所致小鼠扭体的次数,减轻二甲苯致小鼠耳肿胀程度,表明平卧菊三七具有镇痛作用。

3.4 抗炎 平卧菊三七、红凤菜及白子菜等菊三七属植物具

有抗炎作用。MAHMOOD A等^[73]考察了平卧菊三七叶提取物的抗炎效果,发现其拥有良好的治疗胃溃疡的活性。ISKAN-DE R M N等^[74]发现,平卧菊三七乙酸乙酯提取物能够减轻巴豆油致小鼠耳肿胀的程度,且乙酸乙酯提取物中的甾醇类物质可能是其抗炎的活性成分。林菁等^[75]研究表明,红凤菜水提液能抑制氢化可的松致小鼠耳肿胀和角叉菜胶致小鼠足趾肿胀的程度。这表明红凤菜具有良好的抗炎作用。刘昌盛等^[76]研究表明,白子菜各提取物能降低大鼠炎症指数、功能障碍指数和足肿胀度,且中剂量白子菜醇提物与秋水仙碱对急性痛风性关节炎大鼠模型的抗炎免疫作用相当。

3.5 止血 止血是菊三七属植物普遍拥有的药理特性,被各少数民族广泛应用。菊叶三七能治疗肺结核咳血。这可能与菊叶三七中的生物碱成分有关。菊叶三七中的生物碱成分能增加血管中的凝血酶,收缩血管,减少凝血时间^[77]。刘贺之等^[78]对比了菊叶三七和参三七的凝血作用,结果表明菊叶三七能明显缩短兔和狗肝组织创面凝血时间,表明菊叶三七具有显著止血效果。朱军^[79]研究表明,菊叶三七的乙酸乙酯部分为止血作用的活性部位,并从中分离得到千里光宁、千里光菲灵碱和千里光宁氮氧化物。三者均能活化部分凝血活酶,缩短凝血酶原时间,促进纤维蛋白原增加,从而减少凝血时间,起到止血的作用。

3.6 抗肿瘤 菊叶三七、平卧菊三七菊等三七属植物具有抗肿瘤作用。SEOW L J等^[80]研究表明,菊叶三七提取物中可能具有潜在抗肿瘤作用的活性成分为长脂肪链化合物。肖梦媛^[81]采用体外培养人肝癌细胞和食管癌细胞模型探讨菊叶三七各部位提取物的抗肿瘤作用,结果发现二氯甲烷和正丁醇部位为菊叶三七抗肿瘤的活性部位,并分离出千里光宁碱、千里光菲灵碱和菊三七碱乙碱。MEIYANTO E等^[82]研究表明,平卧菊三七可抑制乳腺上皮细胞和乳腺癌细胞增殖,表明平卧菊三七具有抗肿瘤作用。

4 毒理研究

菊三七属植物多数为药食同源植物。除药用外,菊三七属植物还可作为蔬菜食用,如平卧菊三七、白子菜、狗头七、白凤菜、红凤菜及木耳菜均有被长期食用的历史,但灵菊七、尼泊尔菊三七、山芥菊三七及兰屿木耳菜研究较少,未见作蔬菜食用记录。上述10种菊三七均未见毒理研究报道,仅菊叶三七毒理研究较多。菊叶三七常被当作土三七使用。因菊叶三七含有吡咯里西啶生物碱,误食菊叶三七会导致肝小静脉闭塞,危害人体健康^[83]。文良志等^[84]研究发现,食用菊叶三七会导致肝损伤,且二级代谢产物还能诱发肝癌。刘宝庆等^[85]研究发现,菊叶三七中的菊三七碱可以引起肝坏死,长期小量服用还会导致肝小静脉组织增生。此外,菊叶三七还可引起腹胀、纳差、倦怠等症状^[86]。

5 结 语

菊三七属植物化学成分种类多,药理活性广泛,在我国拥有广泛的药用及食用基础。因菊三七属植物具有广阔的开发前景,已有诸多企业对其进行人工种植。菊叶三七时常被当作三七使用,肝毒性是限制其应用的主要原因。吡咯里西啶生物碱对菊三七属植物的用药安全和食用安全构成威胁,迫切需要进一步深入研究,阐明其毒性机制,并寻找有效的

解毒策略。除此之外,该属植物的质量标志物并不明确也是限制其应用的重要原因。菊三七属植物中酚酸和黄酮类成分含量普遍较高,但成分结构较为简单,需进一步深入研究菊三七属植物功效和活性物质之间的关联,以便确定质量标志物,制定其质量标准。

参考文献

- [1] 周青青,步真宁,王宝东,等.菊三七属植物化学成分及药理活性研究进展[J].今日药学,2020,30(7):462-473.
- [2] MENG X H, LI J W, LI M M, et al. Traditional uses, phytochemistry, pharmacology and toxicology of the genus *Gynura* (Compositae): A comprehensive review[J]. J Ethnopharmacol, 2021, 276: 114145.
- [3] 党晓芳.土三七本草考证[J].中药材, 2023, 46(12): 3146-3152.
- [4] 刘盼盼,吴东,肖兰英,等.平卧菊三七化学成分及药理作用研究进展[J].现代医药卫生, 2019, 35(8): 1177-1181.
- [5] 叶馨源,吴建明,杨杰,等.白背三七化学成分及代表性成分质谱裂解特征的研究进展[J].中草药, 2021, 52(21): 6687-6700.
- [6] 李凤伟.灵菊七多糖的提取分离及其生物活性和发酵特性研究[D].南京:南京农业大学, 2017.
- [7] 张志辉,陆瑶,邓安珺,等.栽培尼泊尔菊三七中的木脂素类化合物[J].中国中药杂志, 2016, 41(8): 1456-1460.
- [8] 李小军,覃欢,刘欢.菊三七属植物的民族药用和食用价值[J].中南民族大学学报(自然科学版), 2015, 34(4): 62-67.
- [9] MOELYONO MOEKTIWARDYO W, TJITRARESMI A, SUSILAWATI Y, et al. The potential of dewa leaves (*Gynura pseudochina* (L) D.C) and temuireng rhizomes (*Curcuma aeruginosa* roxb.) as medicinal herbs for dengue fever treatment[J]. Procedia Chem, 2014, 13: 134-141.
- [10] 黄建军,谢伟容,郑晓艳.白凤菜转录组学分析及类黄酮基因的剖析[J].分子植物育种, 2024, 22(16): 5252-5260.
- [11] 陈剑, MANGELINCKX Sven, 李维林,等.红凤菜地上部分的化学成分[J].植物资源与环境学报, 2014, 23(2): 114-116.
- [12] 周杨晶,李发荣,吴臻,等.民族药木耳菜挥发油成分和脂溶性成分GC-MS分析[J].天然产物研究与开发, 2014, 26(7): 1051-1055.
- [13] LIN W Y, TENG C M, TSAI I L, et al. Anti-platelet aggregation constituents from *Gynura elliptica*[J]. Phytochemistry, 2000, 53(8): 833-836.
- [14] 吕寒,裴咏萍,李维林.红凤菜黄酮类化学成分的研究[J].中国现代应用药学, 2010, 27(7): 613-614.
- [15] 何明珍,巩升帅,黄小方,等.平卧菊三七化学成分研究(II)[J].中草药, 2018, 49(11): 2519-2526.
- [16] 蒋娟娟,徐德然,濮社班,等.菊三七地下部分的化学成分[J].药学与临床研究, 2008, 16(3): 178-180.
- [17] 巩升帅,刘艳丽,李艳,等.平卧菊三七的化学成分研究(I)[J].中草药, 2016, 47(11): 1856-1860.

- [18] KAEWSEEJAN N, SIRIAMORNPUN S. Bioactive components and properties of ethanolic extract and its fractions from *Gynura procumbens* leaves[J]. Ind Crops Prod, 2015,74:271-278.
- [19] 胡勇,李维林,林厚文,等.白背三七地上部分的化学成分[J].中国天然药物,2006,4(2):156-158.
- [20] CHAO C Y, LIU W H, WU J J, et al. Phytochemical profile, antioxidative and anti-inflammatory potentials of *Gynura bicolor* DC[J]. J Sci Food Agric,2015,95(5):1088-1093.
- [21] 姚亮亮,杨丽,万春鹏,等.菊三七属植物化学成分及药理活性研究进展[J].北方园艺,2016(24):195-200.
- [22] HONG M H, JIN X J, YOON J J, et al. Antihypertensive effects of *Gynura divaricata* (L.) DC in rats with renovascular hypertension[J]. Nutrients,2020,12(11):3321.
- [23] ROSIDAH, YAM M, SADIKUN A, et al. Antioxidant potential of *Gynura procumbens*[J]. Pharm Biol,2008,46(9):616-625.
- [24] SHWTER A N, ABDULLAH N A, ALSHAWSH M A, et al. Chemoprevention of colonic aberrant crypt foci by *Gynura procumbens* in rats[J]. J Ethnopharmacol,2014,151(3):1194-1201.
- [25] HU J W, WU J, ZHANG Y, et al. Chemical constituents of the stems of *Gynura procumbens* [J]. Chem Nat Compd,2019,55(3):583-585.
- [26] ASHRAF K. An updated phytochemical and pharmacological review on *Gynura procumbens*[J]. Asian J Pharm Clin Res,2019:9-14.
- [27] AKMAR K, MAT NOOR M. *Gynura procumbens* leaf improves blood glucose level, restores fertility and Libido of diabetic-induced male rats[J]. Sains Malays, 2017,46(9):1471-1477.
- [28] 陈学韶,刘希智.菊三七的药理研究 I .局部麻醉作用[J].中草药,1987,18(6):21-23,26.
- [29] REN B R, LYU H, CHEN J,et al. Total flavonoids determined by HPLC in extracts of *Gynura bicolor* DC[J]. Food Science,2014,35(12):160-164.
- [30] LIU W, YU Y Y, YANG R Z, et al. Optimization of total flavonoid compound extraction from *Gynura medica* leaf using response surface methodology and chemical composition analysis[J]. Int J Mol Sci,2010,11(11):4750-4763.
- [31] 唐世蓉,吴余芬,方长森.菊叶三七抗疟成分的提取鉴定[J].中草药,1980,11(5):193-195.
- [32] 袁珊琴,顾国明,魏同泰.菊叶三七生物碱成分的研究[J].药学学报,1990,25(3):191-197.
- [33] 陈磊,宋增艳,王津江,等.白背三七地上部分化学成分研究[J].中药材,2010,33(3):373-376.
- [34] 陆瑶,李志宏,马林,等.栽培尼泊尔菊三七化学成分的研究[J].中国中药杂志,2014,39(19):3777-3781.
- [35] SHIMIZU Y, IMAYOSHI Y, KATO M, et al. New eudesmane -type sesquiterpenoids and other volatile constituents from the roots of *Gynura bicolor* DC [J]. Flavour Fragr J,2011,26(1):55-64.
- [36] HE M Z, GONG S S, HUANG X F, et al. Chemical constituents of *Gynura procumbens* (II) [J]. Chinese Traditional and Herbal Drugs,2018,49(11):2519-2526.
- [37] QIU X L, GUO Y X, ZHANG Q F. Chemical profile and antioxidant activity of *Gynura bicolor* DC. ethanolic extract[J]. Int J Food Prop,2018,21(1):407-415.
- [38] ZHU B R, PU S B, WANG K D G, et al. Chemical constituents of the aerial part of *Gynura segetum* [J]. Biochem Syst Ecol,2013,46:4-6.
- [39] 彭财英,舒积成,刘建群.鄱阳湖生态经济区地产中药菊三七研究进展[J].江西中医药,2011,42(11):58-60.
- [40] JI Y B, WANG Y S, FU T T, et al. Quantitative analysis of pyrrolizidine alkaloids in *Gynura procumbens* by liquid chromatography -tandem quadrupole mass spectrometry after enrichment by PCX solid -phase extraction[J]. Int J Environ Anal Chem,2019,99(11):1090-1102.
- [41] XIONG A Z, SHAO Y L, FANG L X, et al. Comparative analysis of toxic components in different medicinal parts of *Gynura japonica* and its toxicity assessment on mice[J]. Phytomedicine,2019,54:77-88.
- [42] FANG L X, XIONG A Z, YANG X, et al. Mass-spec-trometry-directed analysis and purification of pyrrolizidine alkaloid Cis/trans isomers in *Gynura japonica*[J]. J Sep Sci,2014,37(15):2032-2038.
- [43] ROEDER E, ECKERT A, WIEDENFELD H. Pyrrolizidine alkaloids from *Gynura divaricata*[J]. Planta Med,1996,62(4):386.
- [44] XU W J, LU Z X, WANG X, et al. *Gynura divaricata* exerts hypoglycemic effects by regulating the PI3K/AKT signaling pathway and fatty acid metabolism signaling pathway[J]. Nutr Diabetes,2020,10(1):31.
- [45] 刘芳,郭志勇,程凡,等.菊三七根部主要化学成分研究[J].三峡大学学报(自然科学版),2013,35(3):103-105.
- [46] 李书华,陈封政,田冲,等.菊三七中的一个新单萜酸化合物[J].中国药物化学杂志,2021,31(12):994-1000.
- [47] MANOGARAN M, LIM V, MOHAMED R. Phytocon-stituents of the *Gynura procumbens* ethanol leaf extract and its fractions and their effects on viability of macrophages[J]. J HerbMed Pharmacol,2019,8(3):224-230.
- [48] LIN W Y, YEN M H, TENG C M, et al. Cerebro-sides from the rhizomes of *Gynura japonica*[J]. J Chin Chem Soc,2004,51(6):1429-1434.
- [49] 卓敏,吕寒,任冰如,等.红凤菜化学成分研究[J].中草药,2008,39(1):30-32.

- [50] 张颖,姜坤,杨利军,等.平卧菊三七叶化学成分的分离与鉴定[J].沈阳药科大学学报,2012,29(5):337-339.
- [51] 吕晴,秦军,陈桐.紫背天葵茎叶挥发油化学成分的研究[J].贵州工业大学学报(自然科学版),2004,33(2):23-25.
- [52] LE Q T M, NGUYEN Q T D, DANG P H, et al. Chemical constituents and bioactivity of *Gynura procumbens* (Lour.) Merr[J]. Sci Tech Dev J, 2019, 22(4):391-399.
- [53] 李丽梅,李维林,郭巧生,等.白背三七化学成分研究[J].时珍国医国药,2008,19(1):118-119.
- [54] 陈剑, MANGELINCKX Sven, 吕寒, 等.白子菜醋酸乙酯部位的化学成分研究[J].中草药, 2013, 44(5):524-527.
- [55] 伏晓,周寿然,万春鹏.灵菊七抗氧化成分研究[J].中国药房, 2011, 22(7):644-645.
- [56] 郑锡康,王琴,蒋林,等.百子菜化学成分的分离与鉴定[J].现代食品科技, 2013, 29(5):1003-1005, 952.
- [57] 赵玉荣,陆姗姗,朱张新,等.平卧菊三七提取物抗氧化活性研究与抗氧化特征成分的HPLC-MS/MS分析[J].中国现代中药, 2019, 21(3):353-356.
- [58] 董芳,竺梅,王英锋.平卧菊三七的脂肪酸成分分析[J].首都师范大学学报(自然科学版), 2012, 33(5):21-22, 36.
- [59] CHEN S Z, HONG L L, ZHANG C Y, et al. Antiproliferative constituents from *Gynura divaricata* subsp. Formosana [J]. Chinese Pharmaceutical Journal, 2003, 55(2):109-119.
- [60] 门凤麟,王英锋,祝翔.平卧菊三七提取物降血糖实验研究[J].首都师范大学学报(自然科学版), 2015, 36(2):39-42.
- [61] ALGARIRI K, ATANGWHO I J, MENG K Y, et al. Antihyperglycaemic and toxicological evaluations of extract and fractions of *Gynura procumbens* leaves[J]. Trop Life Sci Res, 2014, 25(1):75-93.
- [62] 郑国栋,钟树生,张清峰,等.平卧菊三七对小鼠血糖及血脂的影响[J].现代食品科技, 2013, 29(12):2800-2804.
- [63] 马正东,魏文树.灵菊七提取物降血糖作用的实验研究[J].海峡药学, 2008, 20(2):25-27.
- [64] 季顺进,方宪康,朱丹妮,等.灵菊七水提物的降糖作用及促胰岛素分泌作用研究[J].安徽医药, 2009, 13(3):256-258.
- [65] 李凤伟,杨文骏,刘亚会,等.灵菊七脂溶性成分抑制 α -葡萄糖苷酶活性及其成分分析[J].天然产物研究与开发, 2014, 26(4):550-552, 569.
- [66] 马科,程源航,苏泽宇.灵菊七蛋白提取及其降糖活性研究[J].云南民族大学学报(自然科学版), 2024, 33(1):23-30.
- [67] 黄秀梅,王明雄,王雅英,等.白背三七萃取物对高尿酸小鼠的降尿酸作用[J].暨南大学学报(自然科学与医学版), 2016, 37(5):403-406.
- [68] 胡居吾.蔓三七提取物对酵母膏和氧嗪酸钾致小鼠急性高尿酸血症治疗效果的研究[J].生物化工, 2021, 7(6):18-21.
- [69] 傅荣博,刘悦,陈梦真,等.平卧菊三七黄嘌呤氧化酶活性抑制提取物的成分分析和降尿酸作用[J].食品与发酵工业, 2024, 50(19):201-208.
- [70] 马文婧,付桂明,赵富强,等.平卧菊三七提取物降尿酸活性的物质基础分析[J].食品科学, 2024, 45(8):134-144.
- [71] 张铭龙,刘文彬,李星元,等.菊三七生物碱的提取以及其类似物的药理活性比较[J].吉林中医药, 1988, 8(4):39-40.
- [72] 许溪,何鹿玲,王木兰,等.平卧菊三七各提取物抗痛风作用的实验研究[J].江西中医药大学学报, 2018, 30(2):82-85, 90.
- [73] MAHMOOD A, MARIOD A A, AL-BAYATY F, et al. Anti-ulcerogenic activity of *Gynura procumbens* leaf extract against experimentally-induced gastric lesions in rats[J]. J Med Plants Res, 2010, 4:685-691.
- [74] ISKANDER M N, SONG Y, COUPAR I M, et al. Antiinflammatory screening of the medicinal plant *Gynura procumbens* [J]. Plant Foods Hum Nutr, 2002, 57(3-4):233-244.
- [75] 林菁,林建忠,李常春,等.红番苋水提物的抗炎作用[J].福建中医药, 1996, 27(5):27-28.
- [76] 刘昌盛,陈昉,何颖,等.白子菜提取物对急性痛风性关节炎大鼠模型抗炎作用的研究[J].湖南中医药大学学报, 2016, 36(8):26-29, 81.
- [77] 赵芳.大剂量菊三七内服治疗肺结核大咯血一例[J].新疆中医药, 1988, 6(3):54.
- [78] 刘贺之,庞健.菊三七与参三七止血作用对比的研究[J].中国药学杂志, 1982, 17(6):42.
- [79] 朱军.菊三七止血物质基础与质量控制研究[D].成都:成都中医药大学, 2007.
- [80] SEOW L J, BEH H K, MAJID A M S A, et al. Anti-angiogenic activity of *Gynura segetum* leaf extracts and its fractions[J]. J Ethnopharmacol, 2011, 134(2):221-227.
- [81] 肖梦媛.菊三七化学成分及抗肿瘤活性研究[D].武汉:湖北中医药大学, 2011.
- [82] MEIYANTO E, JENIERI. Co-chemotherapy of asmbungn yawa (*Gynura procumbens* (Lour.) Merr.) leaves ethanolic extract and doxorubicin on breast cancer cell[J]. Pharm, 2007, 18(2):132-141.
- [83] 程敏,汤俊.菊三七中吡咯里西啶类化学成分及其药理毒理作用的研究进展[J].中国药师, 2018, 21(12):2206-2210.
- [84] 文良志,孙文静,刘凯军,等.吡咯里西啶生物碱性肝损伤研究进展[J].传染病信息, 2017, 30(4):209-211, 226.
- [85] 刘宝庆,马晋渝,王旭东,等.菊三七碱对动物肝脏毒性的实验研究[J].中草药, 1984, 15(1):27-28.
- [86] DAI N, YU Y C, REN T H, et al. *Gynura* root induces hepatic veno-occlusive disease: A case report and review of the literature[J]. World J Gastroenterol, 2007, 13(10):1628-1631.

(收稿日期:2024-10-11 编辑:蒋凯彪)