

七叶莲挥发油的 GC/MS 分析和抗炎镇痛作用研究

章立华¹, 刘力², 林小凤³, 张慧^{1*}

(1. 新疆医科大学药学院, 新疆乌鲁木齐 830011; 2. 中国科学院新疆理化技术研究所, 新疆乌鲁木齐 830011; 3. 漳州 175 部队医院药剂科, 福建漳州 363000)

摘要 [目的]研究福建七叶莲挥发油的化学成分,探讨七叶莲挥发油的抗炎镇痛作用。[方法]采用气相色谱-质谱联用技术对七叶莲挥发油的化学成分进行了分析,结合计算机检索技术对分离的化合物进行鉴定,应用面积归一法计算各成分的相对含量,采用醋酸扭体法、小鼠耳二甲苯致炎肿胀法评价七叶莲挥发油的抗炎镇痛效果。[结果]从七叶莲部分挥发油中共分离出 61 种成分,并鉴定确认了其中 53 种主要成分,其中主要化合物和含量分别为 4-萜品醇 20.40%、(-)-斯巴醇 16.01%、氧化石竹烯 8.90% 等;七叶莲挥发油可明显减少小鼠醋酸所致的扭体次数,可明显缓解小鼠二甲苯所致的耳廓肿胀。[结论]福建七叶莲挥发油中主要含萜品烯、醇类化合物,且其挥发油具有明显抗炎镇痛作用。

关键词 七叶莲;挥发油;气相色谱-质谱法;抗炎镇痛作用

中图分类号 S567 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2014)23-07732-04

Chemical Components and Anti-inflammatory and Analgesic Effects of *Schefflera arboricola* Hayata by GC-MS

ZHANG Li-hua, ZHANG Hui et al (College of Pharmacy of Xinjiang Medical University, Urumqi, Xinjiang 830011)

Abstract [Objective] To study chemical constituents of *Schefflera arboricola* Hayata made in Fujian and explore its anti-inflammatory and analgesic effects. [Method] Using gas chromatography-mass spectrometry technology, the chemical constituents of *Schefflera arboricola* Hayata was analyzed. With computer retrieval technology, the separation of compounds was identified. The relative content of each constituents were calculated by area normalization. And anti-inflammatory and analgesic effects of the volatile oils of *Schefflera arboricola* Hayata were evaluated by methods of acetic acid writhing test and mice ear inflammatory induced by swellingwomethyl benzene. [Result] 61 components were isolated from volatile oils of *Schefflera arboricola* Hayata, 58 main components of which were identified, containing 20.40% 4-terpineol, 16.01% (-)-spathulenol, 8.90% caryophyllene oxide and so on. The volatile oils of *Schefflera arboricola* Hayata can significantly reduce writhing times of the mice induced by acetic acid and significantly relieve the xylene induced ear swelling in mice. [Conclusion] The volatile oils of *Schefflera arboricola* Hayata made in Fujian mainly contain terpenes and alcohols and have obvious anti-inflammatory and analgesic effects.

Key words *Schefflera arboricola* Hayata; Volatile oil; Gas chromatography-mass spectrometry; Anti-inflammatory and analgesic effects

七叶莲(*Schefflera arboricola* Hayata),五加科鹅掌柴属植物七叶莲,别名小叶鸭脚木、汉桃叶、七叶烂、七叶藤、七加皮、狗脚蹄、没骨消等,产于福建、台湾、广东等地,全年可采,以根、茎、叶入药^[1]。本品性苦味甘、祛风除湿、活血止痛,对三叉神经痛、偏头痛、各种癌症及手术后的疼痛均有良好的疗效。《中国药典》(一部)1977年版对七叶莲有记载。近年来,一些学者对其药理作用、植物化学成分开展了大量研究^[2-3],目前相关文献报道七叶莲中含有三萜皂苷、挥发油、油脂、黄酮及苷等^[4]。药理研究表明该植物对中枢神经系统、心血管系统有较强作用,此外还具有抗肿瘤、抑制平滑肌收缩等作用^[5-6]。笔者采用气相色谱-质谱联用技术^[7-8]测定福建七叶莲挥发油的化学成分,采用醋酸扭体法、小鼠耳二甲苯致炎肿胀法^[9]评价七叶莲挥发油的抗炎镇痛作用,为进一步研究七叶莲挥发油的药理作用提供理论依据。

1 材料与方

1.1 材料

1.1.1 研究对象。试验所用的七叶莲采自泉州市清源山,经华侨大学分子药理学研究院副教授刘建福鉴定为七叶莲(*Schefflera arboricola* Hayata)的茎、叶。

1.1.2 主要仪器。GC/MS 联用仪, TURBOMASS-AUTOSYSTEM XL 型(PE 公司);电子天平, AB135-S(Mettler Toledo 公

司);旋转蒸发器, RE-5298A(上海亚荣生化仪器厂);循环水式多用真空泵, SHB-III S(郑州长城科工贸有限公司);三用恒温水箱, HH-W600(江苏省金坛市医疗仪器厂)。

1.1.3 主要试剂。二甲苯(批号 20100126, 沈阳市新化试剂厂生产);角叉菜胶(批号 G1013-05G, Sigma 公司产品);吲哚美辛(批号 840643, 上海第十七制药厂);醋酸地塞米松(批号 091105, 浙江仙琚制药股份有限公司);其余试剂均为分析纯。

1.2 方法

1.2.1 七叶莲挥发油提取与分离。取新鲜七叶莲叶 15 kg, 水蒸汽蒸馏取馏出液, 用乙醚萃取 3 次, 合并乙醚萃取液, 减压蒸馏回收乙醚, 用无水硫酸钠干燥 24 h 后, 过滤, 得到具有特殊气味的无色挥发油 5.97 g。

1.2.2 GC/MS 联用仪条件。

1.2.2.1 色谱条件。Supelcowax-10 弹性石英毛细管柱, 色谱柱长 60 m, 内径 0.25 mm, 分流进样, 分流比 60:1, 进样量 0.25 μ l, 载气氦气(99.999%), 载气流速 16 psi, 流量 1.09 ml/min。进样口温度 240 $^{\circ}$ C, 初始柱温 65 $^{\circ}$ C, 以 3.3 $^{\circ}$ C/min 的速率升至 230 $^{\circ}$ C, 并保持 10 min。

1.2.2.2 质谱条件。电离方式为 EI, 功率 70 eV, 光电倍增 270 V, 质量扫描范围 35~500 u, 扫描间隔 0.2 s, 电子能量 70 eV;离子源 200 $^{\circ}$ C, 接口温度 220 $^{\circ}$ C, 进样量 0.2 μ l。工作站名称 Turbmass 4.1, 标准质谱库 NIST98, WILEY 库。

1.2.3 挥发油的成分鉴定。用 GC-MS 联用仪进行全扫描分析;用化学工作站数据处理系统检 NIST98 图谱库进行谱图解析并确认挥发油中各成分的化学结构;利用该仪器所配的

基金项目 新疆医科大学大学生创新基金(CX2014035, XJC2011117)。
作者简介 章立华(1987-),男,江西南昌人,硕士研究生,研究方向:天然药物的开发。*通讯作者,副教授,硕士,从事天然药物化学研究。

收稿日期 2014-07-07

NIST98 和 Wiley7 谱库进行自动检索,在对所得的谱图进行人工核对和补充检索,用面积归一法测得各组分的百分含量。

1.2.4 小鼠足趾测定装置。根据毛细管放大法,用导管、活塞和移液管等自制而成。清洁级昆明种小鼠,雌雄兼用,体重 20 ~ 22 g,购自福州市吴氏实验动物中心,合格证号 2007000516322。喂食鼠颗粒饲料和自来水,给药前禁食 12 h。

1.2.5 醋酸扭体法镇痛试验。小鼠 50 只,雌雄各半,随机分成 5 组。阴性对照组给予 2% 吐温 80 溶液 10 ml/kg,连续灌胃 5 d;阳性对照组给予吲哚美辛溶液 0.4 mg/kg,第 4 天开始灌胃给药;样品组给予相应药物,连续灌胃 5 d。末次给药后 0.5 h,腹腔注射 0.6% 醋酸溶液 0.2 ml,用相机录像(常规方法上改进,保证记录时间的平行性),观察并记录小鼠 15 min 的扭体反应次数,并计算扭体抑制率。

1.2.6 对二甲苯诱发小鼠耳肿胀试验。雄性小鼠 50 只,随机分 5 组。阴性对照组给予 2% 吐温 80 溶液 10 ml/kg,连续灌胃给药 5 d;阳性对照组给予地塞米松溶液 0.4 mg/kg,第 4 天开始灌胃给药;样品组连续灌胃 5 d。末次给药后 0.5 h,小鼠左耳正反面各注射二甲苯于 10 μ l 致炎,15 min 后脱臼致死,用直径为 8 mm 的打孔器沿左右耳片同一部位打下圆耳片,称重,左右耳的重量差作为肿胀度,比较组间差异显著性。其中,肿胀抑制率(%) = (对照组平均肿胀度 - 给药组

平均肿胀度)/对照组平均肿胀度 \times 100%。

2 结果与分析

2.1 七叶莲挥发油化学成分分析 对七叶莲挥发油气相色谱-质谱联用技术分析,得出七叶莲挥发油成分 GC-MS 总离子图(图 1)。从图 1 可以看出,各化合物分离效果较好,基线稳定,杂峰小和无拖尾峰,共分离出 61 种化合物。各色谱峰相应的质谱图经人工解析及计算机检索,确定其化学结构,共鉴定出 53 种化合物,并用面积归一化法测定出相对含量(表 1)。由表 1 可见,从七叶莲挥发油中共分离出 61 种化合物,53 种化合物已经鉴别出,其中 4-萜品醇含量最高,占 20.40%;其次是(-)-斯巴醇,占 16.01%;氧化石竹烯占 8.90%;里那醇占 5.23%;其他化合物均低于 5%。

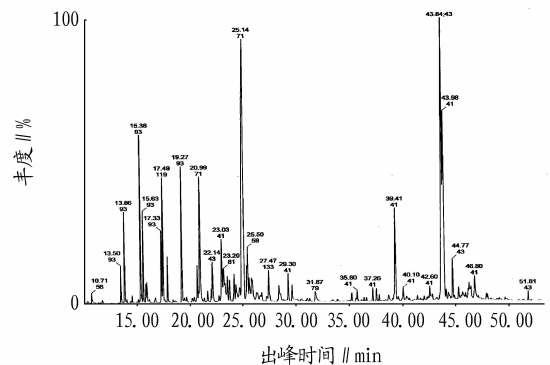


图 1 七叶莲挥发油成分 GC-MS 总离子图

表 1 七叶莲挥发油的 GC/MS 分析结果

中文名	英文名	结构式序列号	含量//%
1 1-己醇	1-Hexanol	C ₆ H ₁₄ O 111-27-3	0.28
2 α -崖柏烯	α -Thujene	C ₁₀ H ₁₆ 2867-5-2	0.83
3 α -蒎烯	alpha-Pinene	C ₁₀ H ₁₆ 80-56-8	2.25
4 4-亚甲基-2-[3.1.0]二环己稀	Bicyclo[3.1.0]hex-2-ene,4-methylene-1-(1-methylethyl)-	C ₁₀ H ₁₆ 36262-09-6	0.17
5 桉烯	Sabinene	C ₁₀ H ₁₆ 3387-41-5	5.04
6 β -蒎烯	beta-Pinene	C ₁₀ H ₁₆ 127-91-3	2.26
7 2-戊基-呋喃	2-Pentylfuran	C ₉ H ₁₄ O 3777-69-3	0.43
8 辛醛	octanal	C ₈ H ₁₆ O 124-13-0	0.54
9 (2-甲基-6-乙炔基)-1,7-二庚烯	1,7-octadiene,2-methyl-6-methylene	C ₉ H ₁₆ O 1000194-03-3z	0.08
10 α -萜品烯	3-Cyclohexadiene, 2-methyl-5-(1-methylethyl)-1	C ₁₀ H ₁₆ 99-83-2	0.14
11 皆烯 CARENE	Bicyclo[4.1.0]hept-2-ene,3,7,7-trimethyl-	C ₁₀ H ₁₆ 554-61-0	1.89
12 1-甲基-3 异丙基苯	1-methyl-3-(1-methylethyl)-benzen	C ₁₀ H ₁₄ 535-77-3	3.62
13 1,8-萜二烯	Cyclohexene,1-methyl-5-(1-methylethenyl)-	C ₁₀ H ₁₆ 13898-73-2	1.23
14 τ -萜品烯	g-Terpinene	C ₁₀ H ₁₆ 99-85-4	4.00
15 α ,p-二甲基苯乙炔	1-methyl-4-(1-methylethenyl)-Benzene	C ₁₀ H ₁₂ 1195-32-0	0.14
16 (z, β)-萜品烯	Terpinolene	C ₁₀ H ₁₆ 586-62-9	0.85
17 里那醇	Linalool	C ₁₀ H ₁₈ O 78-70-6	5.23
18 2,7,7-三甲基-[2.2.1]-二环庚烯	bicyclo[3.1.0]hexan-2-ol,2-methyl-5-(1-methylethyl)	C ₁₀ H ₁₆ 514-14-7	0.14
19 苧酮	4-methyl-1-(1-methylethyl)-, [1S-(1.alpha.,4.alpha.,5.alpha.)]-Bicyclo[3.1.0]hexan-3-one	C ₁₀ H ₁₆ O 546-80-5	0.32
20 龙脑醛	Campholenic aldehyde	C ₁₀ H ₁₆ O 4501-58-0	0.26
21 萜品醇 TERPINEOL	terpineol,z-.beta.-	C ₁₀ H ₁₈ O 7299-41-4	0.97
22 (-)2,10-萜三醇	Bicyclo[3.1.1]heptan-3-ol,6,6-dimethyl-2-methylene-, (1S,3R,5S)-	C ₁₀ H ₁₆ O 547-61-5	2.63
23 桉醇酮	Bicyclo[3.1.0]hexan-2-one,5-(1-methylethyl)-	C ₉ H ₁₄ O 513-20-2	1.61
24 1,3,4-三甲基-3-环己稀-1-羧基醛	3-Cyclohexene-1-carboxaldehyde,1,3,4-trimethyl-	C ₁₀ H ₁₆ O 40702-26-9	0.82
25 6,6-二甲基-2-亚甲基-3-[2.2.1]二环庚酮	3-Nopinone	C ₁₀ H ₁₄ O 16812-40-1	0.72
26 β -水芹烯醇	p-mentha-1(7),2-dien-8-ol	C ₁₀ H ₁₆ O 65293-09-6	0.82
27 4-萜品醇	Terpinen-4-ol	C ₁₀ H ₁₈ O 562-74-3	20.40

接下表

续表 1

中文名	英文名	结构式序列号	含量//%
28 未知	未知	C ₁₀ H ₁₈ O 1000151-92-4s	1.39
29 薄荷醇	1,5-cyclohexadiene-1-methanol,4-(1-methylethyl)	C ₁₀ H ₁₆ O 19876-45-0	0.47
30 桃金娘烯醇	6,6-dimethyl-Bicyclo[3.1.1]hept-2-ene-2-methanol	C ₁₀ H ₁₆ O 515-00-4	0.68
31 1-甲基-4-(1-亚甲基)-2-环己稀-1-醇	2-Cyclohexene-1-ol,1-methyl-4-(1-methylethenyl)-, (1R,4R)-rel-	C ₁₀ H ₁₆ O 7212-40-0	0.20
32 枯茗醛	4-Isopropylbenzaldehyde	C ₁₀ H ₁₂ O 122-03-2	1.12
33 (R)-薰衣草醇	4-Hexen-1-ol,5-methyl-2-(1-methylethenyl)-, (2R)-	C ₁₀ H ₁₈ O 498-16-8	0.68
34 4-(1-邻甲基)-1-环己稀-1-羧基醛	1-Cyclohexene-1-carboxaldehyde,4-(1-methylethyl)-	C ₁₀ H ₁₆ O 21391-98-0	0.92
35 未知	未知	C ₁₀ H ₁₄ O 1000151-85-9-	0.48
36 2-乙烯基-1,3,3-三甲基-环己稀	Cyclohexene, 2-ethenyl-1,3,3-trimethyl-	C ₁₁ H ₁₈ 5293-90-3	0.14
37 4-(1-甲基乙基)-1,4-环己烯甲醇-1	1,4-Cyclohexadiene-1-methanol,4-(1-methylethyl)-	C ₁₀ H ₁₆ O 22539-72-6	0.62
38 α-蒎烯	Tricyclo[4.4.0.02,7]dec-3-ene,1,3-dimethyl-8-(1-methylethyl)-, (1R,2S,6S,7S,8S)-	C ₁₅ H ₂₄ 3856-25-5	0.26
39 β-榄香烯	Cyclohexane, 1-ethenyl-1-methyl-2,4-bis(1-methylethenyl)-, (1S,2S,4R)-	C ₁₅ H ₂₄ 515-13-9	0.36
40 未知	未知		0.14
41 4-(2,2,6-三甲基-2-环己稀)-3-丁烯酮	alpha-Ionone	C ₁₃ H ₂₀ O 127-41-3	0.12
42 4,11,11-三甲基-8-亚甲基-[7.2.0]双环庚酮-4-稀	Bicyclo[7.2.0]undec-4-ene,4,11,11-trimethyl-8-methylene-, (1R,4Z,9S)-	C ₁₅ H ₂₄ 118-65-0	0.45
43 6,10-二甲基-十一烯酮	(E)-6,10-Dimethylundeca-5,9-dien-2-one	C ₁₃ H ₂₂ O 3796-70-1	0.41
44 (-)-香橙烯	(6E)-6-[(E)-2-Butenyldiene]-1,5,5-trimethyl-1-cyclohexene	C ₁₃ H ₂₀ 51468-86-1	0.22
45 α-雪松烯	1H-Benzocycloheptene,2,4a,5,6,7,8,9,9a-octahydro-3,5,5-trimethyl-9-methylene-, (4aS,9aR)-	C ₁₅ H ₂₄ 3853-83-6	0.22
46 愈创烯	1,2,3,4,5,6,7,8-octahydro-1,4-dimethyl-7-(1-methylethenyl)-, [1S-(1.alpha.,4.alpha.,7.alpha.)]-Azule	C ₁₅ H ₂₄ 3691-12-1	3.33
47 古芸烯	Azulene,1,2,3,3a,4,5,6,7-octahydro-1,4-dimethyl-7-(1-methylethenyl)-, (1R,3aR,4R,7R)-	C ₁₅ H ₂₄ 22567-17-5	0.42
48 萘稀 4a-甲基-1-亚甲基萘稀	Naphthalene, decahydro-4a-methyl-1-methylene-7-(1-methylethenyl)-, (4aR,7R,8aS)-	C ₁₅ H ₂₄ 17066-67-0	0.15
49 萘	naphthalene,1,2,3,4A,5,6,8A-octahydro-7-methyl-4	C ₁₅ H ₂₄ 30021-74-0	0.15
50 1(10),3,8-三稀卡达烷	p-(2-Isopropylidencyclopropyl)toluene	C ₁₃ H ₁₆ 24578-28-7	0.13
51 氧化石竹烯	caryophyllene oxide	C ₁₅ H ₂₄ O 1000156-32-9U	0.38
52 (-)-斯巴醇	(-)-spathulenol	C ₁₅ H ₂₄ O 77171-55-2	16.01
53 氧化石竹烯	4,5-Epoxy-4,11,11-trimethyl-8-	C ₁₅ H ₂₄ O 1139-30-6	8.90
54 3,7-二烯-1,5,5,8-四甲基-12-[9.1.0]含氧酸	12-Oxabicyclo[9.1.0]dodeca-3,7-diene,1,5,5,8-tetramethyl-, (1R,3E,7E,11R)-	C ₁₅ H ₂₄ O 19888-34-7	1.17
55 1,1,7-三甲基-1h-环丙烷[E]-甘菊环十氢萘-7-醇	Espatulanol	C ₁₅ H ₂₄ O 6750-60-3	0.46
56 澳白檀醇	2,6-Heptadien-1-ol,2-methyl-6-[(1S)-4-methyl-3-cyclohexen-1-yl]-, (2E)-	C ₁₅ H ₂₄ O 10067-29-5	0.35
57 樟脑木醇	1-naphthalenol,decahydro-1,4A-dimethyl-7-(1-meth)	C ₁₇ H ₃₀ O ₃ 1000146-23-9	0.60
58 1,4A-二甲基-7-(1-甲基亚乙基)2,3,4,4A,5,6-六氢萘	Bicyclo[7.2.0]undec-4-ene,4,11,11-trimethyl-8-methylene-, (1R,4Z,9S)-	C ₁₅ H ₂₄ 118-65-0	0.98
59 十三醛	Undecanal	C ₁₁ H ₂₂ O 112-44-7	0.18
60 2-α-反式-香柠檬醇	2-Penten-1-ol,5-[(1S,5S,6R)-2,6-dimethylbicyclo[3.1.1]hept-2-en-6-yl]-2-methyl-, (2Z)-	C ₁₅ H ₂₄ O 88034-74-6	微量
61 六氢百里香酚酮	2-Pentadecanone,6,10,14-trimethyl-	C ₁₈ H ₃₆ O 502-69-2	0.23

2.2 七叶莲挥发油的抗炎镇痛作用

2.2.1 醋酸扭体法镇痛试验。按“1.2.5”试验方法操作,结果表明(表2),与阴性对照比较,挥发油 16 mg/kg 组可明显减少小鼠的扭体次数($P < 0.01$),说明七叶莲挥发油具有一定的抗炎镇痛作用。

2.2.2 对二甲苯诱发小鼠耳肿胀的影响。按“1.2.6”试验方法操作,结果发现(表3),与阴性对照比较,挥发油 16、8 和 4 mg/kg 组对二甲苯所致的急性炎症均有明显的抑制作用($P < 0.01$),且优于阳性对照组。说明七叶莲挥发油具有一

定的抗炎镇痛作用。

表 2 七叶莲挥发油对醋酸所致小鼠扭体反应的影响

组别	剂量//mg/kg	扭体次数//次	抑制率//%
阴性对照	-	55.6 ± 2.2	0
阳性对照	0.4	28.3 ± 4.8*	49.1
挥发油	16	27.0 ± 4.2*	51.4
挥发油	8	40.1 ± 3.5	27.9
挥发油	4	42.8 ± 3.7	23.0

注: * 表示与阴性对照比较差异显著($P < 0.01$)。

表 3 七叶莲叶挥发油对二甲苯致小鼠耳廓肿胀的影响

组别	剂量//mg/kg	肿胀度//mg	抑制率//%
阴性对照	-	13.4 ± 0.7	0
阳性对照	0.4	5.9 ± 1.1*	56.0
挥发油	16	4.3 ± 0.8*	67.9
挥发油	8	4.4 ± 1.2*	67.2
挥发油	4	4.7 ± 1.1*	64.9

注: * 表示与阴性对照比较差异显著 ($P < 0.01$)。

3 结论与讨论

采用气相色谱-质谱联用技术对七叶莲挥发油的化学成分进行了分析,结合计算机检索技术对分离的化合物进行鉴定,应用面积归一法计算各成分的相对含量,采用醋酸扭体法、小鼠耳二甲苯致炎肿胀法评价七叶莲挥发油的抗炎镇痛效果。结果表明,从七叶莲挥发油中共分离出 61 种成分,并鉴定确认了其中 53 种主要成分,其中主要化合物和含量分别为 4-萜品醇 20.40%、(-)-斯巴醇 16.01%、氧化石竹烯 8.90% 等;七叶莲挥发油可明显减少小鼠醋酸所致的扭体次数,可明显缓解小鼠二甲苯所致的耳廓肿胀。可见,福

(上接第 7717 页)

有定向创造遗传变异、优良基因高效重组和聚合等优点。通过转基因、点突变等手段创造转录因子的超表达转基因株系或突变体,可进一步解析其对抗逆相关基因的调控机理,为提高作物的抗逆性、培育新的抗逆品种奠定基础。

参考文献

- [1] MIZOI J, YAMAGUCHI-SHINOZAKI K. Molecular approaches to improve rice abiotic stress tolerance[J]. Rice Protocols, 2013, 956:269-283.
- [2] KANAWAPEE N, SANITCHON J, LONTOM W, et al. Evaluation of salt tolerance at the seedling stage in rice genotypes by growth performance, ion accumulation, proline and chlorophyll content[J]. Plant Soil, 2012, 358:235-249.
- [3] 王善仙, 刘宛, 李培军, 等. 盐碱土植物改良研究进展[J]. 中国农学通报, 2011, 27(24):1-7.
- [4] 杨劲松. 中国盐渍土研究的发展历程与展望[J]. 土壤学报, 2008, 45(5):837-845.
- [5] 樊丽琴, 杨建国, 许兴, 等. 宁夏引黄灌区盐碱地土壤盐分特征及相关性[J]. 中国农学通报, 2012, 28(35):221-225.
- [6] 张源沛, 胡克林, 李保国, 等. 银川平原土壤盐分及盐渍土的空间分布格局[J]. 农业工程学报, 2009, 25(7):19-24.
- [7] WANG Z F, CHENG J P, CHEN Z W, et al. Identification of QTLs with main, epistatic and QTL × environment interaction effects for salt tolerance in rice seedlings under different salinity conditions[J]. Theor Appl Genet, 2012, 125:807-815.
- [8] WANKHADE S D, SANZ A. Chronic mild salinity affects source leaves physiology and productivity parameters of rice plants (*Oryza sativa* L., cv. Taipei 309)[J]. Plant Soil, 2013, 367(1/2):663-672.
- [9] TIAN L, TAN L B, LIU F X, et al. Identification of quantitative trait loci associated with salt tolerance at seedling stage from *Oryza rufipogon*[J]. J Genet Genomics, 2011, 38(12):593-601.
- [10] PANDIT A, RAI V, BAL S, et al. Combining QTL mapping and transcriptome profiling of bulked RILs for identification of functional polymorphism for salt tolerance genes in rice. (*Oryza sativa* L.)[J]. Mol Genet Genomics, 2010, 284:121-136.
- [11] LIN H X, ZHU M Z, YANO M, et al. QTLs for Na⁺ and K⁺ uptake of the shoots and roots controlling rice salt tolerance[J]. Theor Appl Genet, 2004, 108:253-260.
- [12] 范凯, 王学德, 袁淑娜, 等. 植物转录因子 NAP 亚家族的研究进展[J]. 中国农业科学, 2014, 47(2):209-220.
- [13] 吴玲云, 周波, 李玉花. 植物 WRKY 转录因子在脱落酸信号转导中的作用[J]. 分子植物育种, 2014, 12(2):404-410.

建七叶莲挥发油中主要含萜品烯、醇类化合物,且其挥发油具有明显抗炎镇痛作用。

参考文献

- [1] 南京药学院《中草药学》编写组. 中草药学(中册)[M]. 南京:江苏人民出版社,1976:742.
- [2] MELEKA F R, MIYASEB T, ABDEL KHALIK S M, et al. Triterpenoid saponins from *Schefflera arboricola*[J]. Phytochemistry, 2003, 63:401-407.
- [3] 王立业, 贾强, 阎玺庆, 等. 紫外分光光度法测定七叶莲中总皂苷的含量[J]. 中国药房, 2008, 19(15):1175.
- [4] 张慧, 章立华, 黄玉香, 等. 七叶莲化学成分的系统试验研究[J]. 时珍国医国药, 2014, 25(1):78-80.
- [5] 陈蕾, 朱零虹, 林瑞超. 鹅掌柴属植物化学成分及生理活性研究概况[J]. 中药材, 2002, 25(5):363-366.
- [6] 刘睿, 顾谦群, 崔承彬, 等. 密脉鹅掌柴的化学成分及其抗肿瘤活性[J]. 中草药, 2005, 36(3):328-332.
- [7] 张彦丽, 韩艳春, 阿依吐伦·斯马义. GC-MS 对昆仑雪菊挥发油成分的研究[J]. 新疆医科大学学报, 2010, 33(11):1299-1300.
- [8] 努尔阿尼也·热合曼, 热娜·卡斯木, 早然木·尼亚孜, 等. 高良姜挥发油成分气相色谱-质谱分析[J]. 新疆医科大学学报, 2008, 31(4):441-442.
- [9] 王雪飞, 张荣, 姚丽华, 等. 新疆海罂粟提取物的抗炎作用[J]. 新疆医科大学学报, 2010, 33(7):768-770.
- [14] 伍林涛, 杜才富, 张敏琴, 等. WRKY 转录因子的结构及其在植物抗逆境胁迫中的功能[J]. 分子植物育种, 2013, 11(4):634-638.
- [15] TAO Z, KOU Y J, LIU H B, et al. *OsWRKY45* alleles play different roles in abscisic acid signalling and salt stress tolerance but similar roles in drought and cold tolerance in rice[J]. J Exp Bot, 2011, 62(14):4863-4874.
- [16] HU H H, DAI M Q, YAO J L, et al. Over expressing a NAM, ATAF, and CUC(NAC)transcription factor enhances drought resistance and salt tolerance in rice[J]. Proc Natl Acad Sci USA, 2006, 103(35):12987-12992.
- [17] HU H H, YOU J, FANG Y J, et al. Characterization of transcription factor gene SNAC2 conferring cold and salt tolerance in rice[J]. Plant Mol Biol, 2008, 67(1/2):169-181.
- [18] TAKASAKI H, MARUYAMA K, KIDOKORO S, et al. The abiotic stress-responsive NAC-type transcription factor OsNAC5 regulates stress-inducible genes and stress tolerance in rice[J]. Mol Genet Genomics, 2010, 284(3):173-183.
- [19] NAKASHIMA K, TRAN L S P, VAN NGUYEN D, et al. Functional analysis of a NAC-type transcription factor OsNAC6 involved in abiotic and biotic stress-responsive gene expression in rice[J]. Plant J, 2007, 51(4):617-630.
- [20] SONG S Y, CHEN Y, CHEN J, et al. Physiological mechanisms underlying OsNAC5-dependent tolerance of rice plants to abiotic stress[J]. Planta, 2011, 234(2):331-345.
- [21] HOSSAIN M A, LEE Y, CHO J I, et al. The bZIP transcription factor Os-ABF1 is an ABA responsive element binding factor that enhances abiotic stress signaling in rice[J]. Plant Mol Biol, 2010, 72(4/5):557-566.
- [22] MUKHERJEE K, CHOUDHURY A R, GUPTA B, et al. An ABRE-binding factor, OSBZ8, is highly expressed in salt tolerant cultivars than in salt sensitive cultivars of indica rice[J]. BMC Plant Biol, 2006, 6(1):18.
- [23] XIANG Y, TANG N, DU H, et al. Characterization of OsbZIP23 as a key player of the basic leucine zipper transcription factor family for conferring abscisic acid sensitivity and salinity and drought tolerance in rice[J]. Plant Physiol, 2008, 148(4):1938-1952.
- [24] DUBOUZET J G, SAKUMA Y, ITO Y, et al. *OsDREB* genes in rice, *Oryza sativa* L., encode transcription activators that function in drought-, high-salt- and cold-responsive gene expression[J]. Plant J, 2003, 33(4):751-763.
- [25] CUI M, ZHANG W J, ZHANG Q, et al. Induced over-expression of the transcription factor *OsDREB2A* improves drought tolerance in rice[J]. Plant Physiol Biochem, 2011, 49(12):1384-1391.
- [26] WANG Q Y, GUAN Y C, WU Y R, et al. Overexpression of a rice *OsDREB1F* gene increases salt, drought, and low temperature tolerance in both *Arabidopsis* and rice[J]. Plant Mol Biol, 2008, 67(6):589-602.