

桂枝挥发油化学成分的研究进展

徐 锋, 王德健, 曾 南*

成都中医药大学药学院 中药材标准化教育部重点实验室 四川省中药资源系统研究与开发利用
重点实验室——省部共建国家重点实验室培育基地, 成都 611137

摘要: 桂枝挥发油为临床常用中药桂枝的主要活性部位群。目前从桂枝挥发油中已鉴定出化合物 200 多个, 主要是烯烃、醇类、醛类、酯类、酮类和酸类化合物等成分, 其中不乏药用价值较高的活性成分。本文对桂枝挥发油已鉴定的化学成分进行梳理、归纳, 以期对桂枝挥发油进一步的研究、开发提供参考。

关键词: 桂枝挥发油; 桂皮醛; 烯烃; 醇类; 醛类; 酯类; 酮类; 酸类

中图分类号: R282

文献标识码: A

DOI: 10.16333/j.1001-6880.2017.3.028

Review on Chemical Components of *Rimulus cinnamon* Essential Oil

XU Feng, WANG De-jian, ZENG Nan*

Pharmacy College, Chengdu University of Traditional Chinese Medicine; The Ministry of Education Key Laboratory of Standardization of Chinese Herbal Medicine; Key Laboratory of Systematic Research, Development and Utilization of Chinese Medicine Resources in Sichuan Province—Key Laboratory Breeding Base of Co-founded by Sichuan Province and MOST, Chengdu 611137, China

Abstract: The essential oil is the main chemical components responded to the pharmacological activities of *Rimulus cinnamon*, which is widely used in clinics. At present, more than 200 chemical compounds were identified from the essential oil of *R. cinnamon*. The mainly compositions were alkene, alcohol, aldehydes, esters, ketone, acide, etc. In this paper, the chemical components of *R. cinnamon* essential oil were reviewed and sorted to provide references for further development and utilization of *R. cinnamon* essential oil.

Key words: *Rimulus cinnamon* essential oil; cinnamaldehyde; olefins; alcohols; aldehydes; esters; ketones; acids

中药桂枝为樟科植物肉桂 (*Cinnamomum cassia* Presl.) 的干燥嫩枝, 具有发汗解肌, 温通经脉, 助阳化气, 平冲降气的功效^[1], 桂枝挥发油为桂枝的挥发性成分, 约占桂枝总药材的 1%^[2], 是桂枝的主要活性物质, 现代研究发现桂枝挥发油是桂枝的主要有效部位, 具有良好的抗炎^[2]、抗菌^[3]、抗病毒^[4]和抗肿瘤^[5]等作用, 临床用于多种疾病的治疗, 如流感、急性支气管炎、风湿性关节炎等。桂枝挥发油化学成分复杂, 其中苯丙烯类化合物为其主要化学成分^[6]。本文主要对桂枝挥发油化学成分的研究报道进行梳理、归纳, 以期明确其药效物质基础, 为桂枝挥发油进一步的研究、开发提供参考。

1 桂枝挥发油化学成分分析、提取的影响因素

近年来对桂枝挥发油成分的研究较丰富, 多采用 GC-MS 技术进行。马鹏等^[7]采用 HRC-GC-MS 对桂枝挥发油成分进行分析, 共鉴定了 44 个成分, 占挥发油总量的 97% 以上, 并认为桂皮醛为桂枝挥发油主要成分。大量文献报道药材产地不同、采收季节不同和样品前处理方法不同等原因会导致中药挥发油成分的含量和种类有所差别。对广东产桂枝挥发油进行分析, 共鉴定出 49 个成分^[8], 但从广西产桂枝挥发油中共得到 22 个挥发油成分^[9], 可见产地对桂枝挥发油成分的影响较大。比较水蒸气蒸馏法和超临界 CO₂ 萃取法提取桂枝挥发油的得率, 后者可显著提高桂枝挥发油得率, 提取方法会影响桂枝挥发油的获得量^[10]。此外, 针对桂枝挥发油分析方法的研究报道亦较多, 有采用 GC-MS 结合化学计量学定性、定量解析法分析桂枝挥发油成分的^[11];

收稿日期: 2016-01-12 接受日期: 2016-03-23

基金项目: 国家自然科学基金 (81473399, J1310034-09); 四川省科技厅中药药理四川省青年科技创新研究团队 (2014TD0007)

* 通讯作者 Tel: 86-28-61800231; E-mail: zengnan966@126.com

有采用不同类型的毛细管柱对广西产桂枝挥发油成分进行分析的^[12];有采用子窗口因子分析与渐进窗口正交投影两种方法分析桂枝挥发油成分的,分离鉴定出 47 个成分,占总挥发油的 89.55%,并认为该方法具有效率高、便于操作的优点^[13];有应用直观推导式演进特征投影法辅助 GC-MS 分析桂枝挥发油成分的^[14],鉴别出 66 个组分,并认为该法能更真实、全面地反映桂枝挥发油中的化学成分和含量,适用于中药复杂挥发油成分分析。可见影响桂枝挥发油成分鉴定的因素较多,且桂枝挥发油具有不稳定的特点,因此在其开发利用研究中,应注意选择适宜的方法准确地分析桂枝挥发油成分。

2 桂枝挥发油的化学成分研究

总结有关桂枝挥发油化学成分的文献报道,发现目前从桂枝挥发油中共鉴定出成分 200 多种,种类包括烯烃、酮、醛、醇、酯、酸、烷烃、醚、芳香族化合物等,此外还含吡啶、呋喃、吡咯等化合物。桂枝挥发油中数量较多的组分为烯烃成分 77 个,醇类成分

40 个,醛类成分 28 个,酯类成分 29 个,酸类成分 17 个,酮类成分 16 个,约占已鉴定出成分的 70%。但是文献报道的化合物种类、相对含量差异较大。现根据官能团分类整理桂枝挥发油中已鉴定的主要化合物如下。

2.1 烯烃化合物

桂枝挥发油中烯烃成分数量最多,共鉴定出 77 个烯烃化合物。据报道胡椒烯(26)、 γ -衣兰油烯(29)、 α -姜黄烯(18)、雅槛蓝树油烯(53)、 β -衣兰油烯(55)、 β -比萨波烯(31)、 δ -杜松烯(22)、去氢白菖蒲烯(32)、 β -愈创木烯(57)、 γ -杜松烯(38)、(-)-异丁香烯(28)、 α -衣兰油烯(30)、(S)-1-甲基-4-(5-甲基-1-亚甲基-4-乙烯基)-环己烯(9)、(1 α ,3 α ,7 α ,8 β)-雪松烯(10)的相对含量均大于 1%^[11,14]。该类成分数量多、含量相对较高,但文献报道中其相对含量差异较大,范围为 1.30%~26.33%,推测与检测方法、药材产地不同有关。此外,针对该类化合物的药效研究亦较少。桂枝挥发油中烯烃化合物见表 1。

表 1 桂枝挥发油中烯烃化合物

Table 1 Olefins in *R. cinnamon* essential oil

序号 No.	英文名称 English name	中文名称 Chinese name	参考文献 Ref.
1	D-limonene	D-柠檬烯	17-19
2	alpha-cubebene	α -葎澄茄油烯	7,19
3	τ -ylangene	τ -衣兰烯	20
4	cadin-1,3,5-triene	杜松-1,3,5-三烯	20
5	aromadendrene	香橙烯	21,20
6	4,5,9,10-dehydration isolongifolene	4,5,9,10 脱水异长叶烯	20
7	copaene	蒎烯	11,17,18,21
8	[1aR-(1a alpha,4a beta,7. Alpha,7a beta,7h alpha)]-aromadendrene	[1aR-(1a alpha,4a beta,7. Alpha,7a beta,7h alpha)]-香橙烯	11
9	(S)-1-methyl-4-(5-methyl-1-methylene-4-vinyl)-cyclohexene	(S)-1-甲基-4-(5-甲基-1-亚甲基-4-乙烯基)-环己烯	11
10	(1. Alpha,3a alpha,7. Alpha,8a beta)-cedrene	(1. Alpha,3a alpha,7. Alpha,8a beta)-雪松烯	11
11	styrene	苯乙烯	7
12	2- β -pinene	2- β -蒎烯	7
13	β -elemene	β -榄香烯	7
14	β -fanesene	β -金合欢烯	7
15	β -selinene	β -瑟林烯	7
16	α -fanesene	α -法尼烯	7
17	megastigma-2,7(E),9-triene	megastigma-2,7(E)9-三烯	7
18	α -curcumene	α -姜黄烯	7,8
19	β -cadinene	β -杜松烯	7

序号 No.	英文名称 English name	中文名称 Chinese name	参考文献 Ref.
20	α -bisabolene	α -甜没药烯	7
21	α -bergamotene	α -香柠檬烯	7
22	δ -cadinene	δ -杜松烯	7,8
23	camphene	茨烯	8,22
24	β -pinene	β -蒎烯	7,8
25	β -Myrcene	β -月桂烯	8
26	capaene	胡椒烯	8
27	Di-epi- α -cedrene	Di-epi- α -柏木烯	8,17
28	(-)-isocaryophyllene	(-)-异丁香烯	8
29	γ -muurolene	γ -衣兰油烯	8
30	α -muurolene	α -衣兰油烯	8,21,17
31	β -bisabolene	β -披萨波烯	8
32	calamenene	去氢白菖蒲烯	8
33	o-menthene-2-ene	对-薄荷烯-2-烯	16
34	isoermophilene	异佛术烯	16
35	cadinene	杜松烯	16
36	4-acetyl-1-methyl-1-cyclohexene	4-乙酰基-1-甲基-1-环己烯	15
37	α -cedrene	α -柏木烯	8,15,17
38	γ -cadinene	γ -杜松烯	15
39	calacorene	去二氢菖蒲烯	15
40	calamene	菖蒲萜烯	15
41	bicyclo[4.2.0]octa-1,3,5-triene	二环[4.2.0]辛-1,3,5-三烯	12
42	α -pinene	α -蒎烯	12
43	1,7,7-trimethyl-bicyclo[2.2.1]hept-2-ene	1,7,7-三甲基-茛二环[2.2.1]庚-2-烯	12
44	2,6-dimethyl-6-(4-methyl-3-pentenyl)- bicyclo[3.1.1]-hept-2-ene	2,6-二甲基-6-(4-甲基-3-戊烯基)-茛二环[3.1.1]庚-2-烯	12
45	1-methyl-4-(5-methyl-1-methylene-4-hexenyl)-cyclohexene	1-甲基-4-(5-甲基-1-亚甲基-4-己烯基)环己烯	12
46	2,6,6,9-tetramethyl-tricyclo[5.4.0.02.8]undec-9-ene	2,6,6,9-四甲基三环[5.4.0.02.8]十一碳-9-烯	12
47	caryophyllene	石竹烯	21,22
48	naphthalene,1,6-dimethyl-4-(1-methylethyl)	1,6-二甲基-4-(1-甲基乙基)-萘	21
49	cadala-1(10),3,8-triene	cadala-1(10),3,8三烯	21
50	1,3-cyclohexadiene,5-(1,5-dimethyl-4-hexenyl)- 2-methyl-[S-(R*,S*)]	1,3-环己二烯,5-(1,5-二甲基-4-乙基)-2-甲基-茛[S-(R*,S*)]	21
51	neoclovene	新丁香三环烯	23
52	elixene	甘草烯	23
53	eremophilene	雅槛蓝树油烯	23
54	gamma.-terpinen	gamma.-萜品烯	22
55	β -muurolene	β -衣兰油烯	24
56	α -cadinene	α -杜松烯	24
57	β -guaiene	β -愈创木烯	24
58	(-)-calamenene	(-)-去氢白菖蒲	24
59	(+)-limonene	(+)-蒎烯	14

序号 No.	英文名称 English name	中文名称 Chinese name	参考文献 Ref.
60	L-alloaromadendrene	L-异体香橙烯	14
61	1-methyl-4-(1,5-dimethyl-1,4-hexylene) cyclohexene-1	1-甲基-4-(1,5-二甲基-1,4-亚己基)环己烯-1-	14
62	β -cedrene	β -雪松烯	14
63	3,7-dimethyl-E-1,3,6-octatriene	3,7-二甲基 E-1,3,6-辛三烯	13
64	1,3,8-p-Menthatriene	1,3,8-对-孟三烯	13
65	hexamethyl-1,3,5-cyclononatriene	hexamethyl-1,3,5-cyclononatriene(烯)	13
66	9-octadecenal	9-芦十八烯	13
67	β -methoxystyrene	β -甲氧基苯乙烯	28
68	cyclosativene	环蒜头烯	28
69	α -santalene	α -檀香烯	28
70	β -santalene	β -檀香花萜烯	28
71	β -caryophyllene	反式石竹烯	28
72	(Z)- β -farnesene	(Z)- β -金合欢烯	28
73	α -humulene	律草烯	28
74	α -amorphene	α -芹子烯	28
75	γ -curcumene	γ -姜黄烯	28
76	P-cadinene	左旋萆澄茄烯	28
77	(+)-spathulene	(+)-斯巴烯	28

2.2 醇类化合物

桂枝挥发油中已发现的醇类化合物数量仅次于烯烴类化合物,目前共鉴定出 40 个,占总挥发油的 0.86% ~ 11.82%。其中匙叶桉油烯醇(86)、榄香醇(110)、 α -甜没药萜醇(84)、桃金娘烯醇(89)、斯巴醇(103)^[11,12,14]为桂枝挥发油醇类成分中含量较高的成分,但究其与桂枝功效相关的药理研究则极

少,相反对含量较低的桂皮醇(101)有研究表明,桂皮醇能下调 IL-1 刺激所致的大鼠脑微血管内皮细胞 PGE₂ 的合成与分泌,其作用与抑制 COX-2 活性相关^[25],桂皮醇能通过活化 K⁺ 所介导的 NO-cGMP-PKG 通路和抑制 Rho 激酶进而扩张血管^[26]。应加强含量较高的醇类化合物与桂枝功效相关的药理活性研究。桂枝挥发油中醇类化合物见表 2。

表 2 桂枝挥发油中醇类化合物

Table 2 Alcohols in *R. cinnamon* essential oil

序号 No.	英文名称 English name	中文名称 Chinese name	参考文献 Ref.
78	terpineol	松油醇	19
79	paeonol	芍药醇	19
80	globulol	蓝桉醇	20
81	cubenol	萆澄茄油烯醇	20
82	α -muurolol	α -衣兰油醇	20
83	α -cadinol	α -杜松醇	8,20
84	α -bisabolol	α -甜没药萜醇	20
85	β -bisabolol	β -红没药醇	20
86	spathalenol	匙叶桉油烯醇	11
87	4-methyl-1-(1,5-dimethyl-4-vinyl)-3-hexen-1-ol	4-甲基-1-(1,5-二甲基-4-乙烯基)-3-己烯-1-醇	11

序号 No.	英文名称 English name	中文名称 Chinese name	参考文献 Ref.
88	3,4-dimethyl-cyclohexanol	3,4-二甲基-芦环己醇	7
89	myrtenol	桃金娘烯醇	7
90	benzenpropanol	苯丙醇	7
91	nerolidol	橙花叔醇	7
92	farnesol	金合欢醇	7
93	palustrol	喇叭茶醇	7
94	β -elemol	β -榄香醇	7
95	α -cedrol	α -雪松醇	7
96	guaiol	愈创木醇	7
97	2-ethoxy-1-propanol	2-乙氧基-1-丙醇	8
98	phebethyl alcohol	苯乙醇	8
99	4-terpineol	4-芦松油醇	8
100	tan. - muurolol	tan. - 衣兰油醇	8
101	cinnamyl alcohol	桂皮醇	9
102	menthol	薄荷醇	16
103	spathulenol	斯巴醇	16, 15, 18
104	tau. - cadinol	tau. - 杜松醇	16
105	trans-borneol	反式冰片	15
106	styryl alcohol	十八烷醇	15
107	4-methyl-2-(1,5-dimethyl-4-hexenyl)-3-cyclohexen-1-ol	4-甲基-2-(1,5-二甲基-4-己烯基)-3-环己烯-1-醇	12
108	epicedrol	异雪松醇	21
109	L-4-terpineol	L-4-萜品醇	22
110	elemol	榄香醇	24
111	β -linalool	β -芳樟醇	14
112	cedren-13-ol	柏木烯-13-醇	14
113	2-octen-1-ol	2-辛烯-1-醇	13
114	linderol	钓樟醇	13
115	hexadecanol	十六醇	13
116	τ -muurolol	τ -衣兰油醇	28
117	torreyol	香榧醇	28

2.3 醛类化合物

目前桂枝挥发油中醛类化合物共鉴定出 28 个, 其化合物数量虽然低于烯烃和醇类化合物, 但其含量为桂枝挥发油中所有大类化合物中的最高, 相对含量为 34.20% ~ 93.76%, 是桂枝挥发油中最重要的活性组分。研究发现桂枝挥发油醛类成分含量较高的为桂皮醛(**120**)和肉豆蔻醛(**125**)^[11]。亦有研究显示桂枝挥发油中相对含量高于 1% 的醛类化合物有苯甲醛(**132**)、苯丙醛(**118**)、桂皮醛(**120**)和 3-

(2-甲氧苯基)-2-丙烯醛(**139**)^[12]。余金明等^[14]从桂枝挥发油中鉴定出桂皮醛(**120**)、间甲氧基桂皮醛(**141**)和十四烷醛(**122**), 相对含量均高于 1.69%。综上, 可认为桂皮醛为其醛类成分的主要组成物质, 含量较高。目前桂枝挥发油的醛类化合物药理研究主要集中在桂皮醛和邻甲氧基桂皮醛, 认为桂皮醛是桂枝挥发油抗炎、抗流感病毒等作用的主要药效物质基础, 并对多种肿瘤细胞生长具有较好抑制活性。然而其余含量相对较高的醛类成分

所开展的药理研究则较少。桂枝挥发油中醛类化合物见表 3。

表 3 桂枝挥发油中醛类化合物

Table 3 Aldehydes in *R. cinnamon* essential oil

序号 No.	英文名称 English name	中文名称 Chinese name	参考文献 Ref.
118	benzenepropanal	苯丙醛	17-19
119	benzalmalonic dioldehyde	苯基丙苯甲醛	19
120	cinnamaldehyde	桂皮醛	8, 19, 21
121	cinnamaldehyde, o-methoxy	邻甲氧基桂皮醛	19
122	tetradecanal	十四烷醛	7, 20, 21
123	13-tetradecenal	13-十四烯醛	20
124	benzylidene malonaldehyde	苯亚甲基苯甲醛	11
125	myristic aldehyde	肉豆蔻醛	11
126	2-phenyl-2-propenal	2-苯基-2-丙烯醛	7
127	benzeneacetaldehyde	苯乙醛	8
128	hexanal	己醛	8
129	salicylal	水杨醛	8
130	o-anisaldehyde	邻茴香醛	8
131	octanal	辛醛	22
132	benzaldehyde	苯甲醛	9
133	(<i>Z</i>)-cis-cinnamic aldehyde	(<i>Z</i>)-顺式肉桂醛	16
134	(<i>Z</i>)-o-methoxycinnamaldehyde	(<i>Z</i>)-邻甲氧基肉桂醛	16
135	(<i>E</i>)-o-methoxycinnamaldehyde	(<i>E</i>)-邻甲氧基肉桂醛	16
136	citral	柠檬醛	15
137	3-hydroxy-benzaldehyde	3-羟基-苯甲醛	12
138	3-phenyl-2-propenal	3-苯基-2-丙烯醛	12
139	3-(2-methoxyphenyl)-2-propenal	3-(2-甲氧基苯基)-2-丙烯醛	12
140	octadecanal	辛癸醛	12
141	m-methoxycinnamaldehyde	间甲氧基肉桂醛	27
142	4-hydroxybenzaldehyde	4-羟基苯甲醛	13
143	hyacinthin	苯乙醛	28
144	2-anisaldehyde	2-茴香醛	28
145	(<i>E,E</i>)-farnesal	<i>E,E</i> -金合欢醛	28

2.4 酯类化合物

桂枝挥发油中酯类化合物具有数量较多(已鉴定出 29 个,约占 9%),但各种化合物相对含量较低(均低于 1.5%)的特点。其中广东产桂枝所含酯类化合物在数量和含量上均优于其余地区所产桂枝,主要的酯类化合物有反式醋酸肉桂酯(**161**)、甲酸苯乙酯(**151**)、乙酸龙脑酯(**153**)、肉桂醇乙酸酯(**155**)^[8,15]。桂枝挥发油中酯类化合物见表 4。

2.5 酮类化合物

桂枝挥发油中的酮类化合物主要是脂肪酮和芳香酮,目前共鉴定出 16 个酮类化合物,其总含量约占挥发油成分的 1%。其中含量较高的酮类化合物有 1,4-二苯基-1,4-丁二酮(**180**)、邻甲氧基苯丙酮(**181**)、1-苯基-1,2-丙二酮(**184**)及苯乙酮(**175**)^[8,12,16,19],但针对上述化合物的药理研究极少。桂枝挥发油中酮类化合物见表 5。

表4 桂枝挥发油中酯类化合物
Table 4 Esters in *R. cinnamon* essential oil

序号 No.	英文名称 English name	中文名称 Chinese name	参考文献 Ref.
146	benzyl propionate	丙酸苄酯	19
147	(<i>E</i>)-methylcinnamate	(<i>E</i>)-肉桂酸甲酯	19
148	2,5-dimethyl-phenyl butyric acid methyl ester	2,5-二甲基-苯基丁酸甲酯	20
149	lepidozenol	Lepidozenol(酯)	7
150	1,2-benzenedicarboxylic acid, dibutyl ester	1,2-苯二甲酸,二丁基酯	7
151	phenethyl alcohol, formate	甲酸苯乙酯	8
152	benzoic acid, ethyl ester	苯甲酸乙酯	8
153	bronyl acetate	乙酸龙脑酯	8
154	cinnamic acid, methyl ester	肉桂酸甲酯	8
155	cinnamyl alcohol, acetate	肉桂醇乙酸酯	8
156	cinnamic acid, ethyl ester	肉桂酸乙酯	8
157	benzoic acid, phenethyl ester	苯甲酸苯乙酯	8
158	dibutyl phthalate	邻苯二甲酸二丁酯	8
159	cinnamyl acetate	乙酸肉桂酯	9
160	methoxy cinnamylacetate	乙酸甲氧基肉桂酯	9
161	trans-cinnamyl acetate	反式乙酸肉桂酯	15
162	2-prepen-1-ol-3-phenyl-acetate	2-丙烯-1-醇-3-苯基乙酸酯	12
163	benzoic acid, phenylmethyl ester	苯甲酸苄酯	12
164	benzoic-2-phenylethyl ester	苯甲酸-2-苯基乙酯	12
165	1,2-benzenedicarboxylic acid-bis(2-methoxyethyl) ester	邻苯二甲酸二甲氧乙酯	12
166	5-oxopentanonate benzyl	5-醛戊酸苯甲酯	14
167	o-hydroxycinnamic acid lactone	邻羟基桂皮酸内酯	14
168	4-(4-methylphenyl)-4-pentenoic acid ethyl ester	4-(4-乙基)-4-戊烯醇乙酯	14
169	farnesyl acetate	乙酸金合欢醇酯	28
170	benzyl benzoate	苯甲酸苄酯	28
171	phenylethyl benzoate	苯甲酸-2-苯乙酯	28
172	methyl palmitate	棕榈酸甲酯	28
173	methyl petroselinate	顺式-十八烷酸甲酯	28
174	methyl stearate	硬脂酸甲酯	28

表5 桂枝挥发油中酮类化合物
Table 5 Ketones in *R. cinnamon* essential oil

序号 No.	英文名称 English name	中文名称 Chinese name	参考文献 Ref.
175	acetophenone	苯乙酮	8, 17, 21
176	artemisia ketone	蒿酮	19
177	methyl heptenone	甲基庚烯酮	8
178	propiophenone	苯丙酮	8

序号 No.	英文名称 English name	中文名称 Chinese name	参考文献 Ref.
179	trans-chalcone	反查耳酮	8
180	1,4-diphenyl-1,4-butanedione	1,4-二苯基-1,4-丁二酮	8
181	2-methoxyphenylacetone	邻甲氧基苯丙酮	16,18
182	2-hydroxyacetophenone	2-羟基苯乙酮	15
183	3-methylacetophenone	3-甲基苯乙酮	15
184	1-phenyl-1,2-propanedione	1-苯基-1,2-丙二酮	12
185	1,10,14-trimethyl-2-pentadecanone	1,10,14-三甲基-2-十五烷酮	12
186	2-ethyl-2-phenyl-1,3-dioxan-4,6-dione	2-乙基-2-苯基-1,3-二恶烷-4,6-二酮	21
187	ethanone,2'-hydroxy-1-phenyl	2'-羟基-1-苯基-乙酮	15
188	cyclohexanone,5-methyl-2-(1-methylethyl)	5-甲基-2-(1-甲基乙基)-环己酮	18
189	6-methyl-5-hepten-2-one	6-甲基,5-庚烯-2-酮	14
190	6,10,14-trimethyl-2-pentadecanone	6,10,14-三甲基-2-十五烷酮	14

2.6 酸类化合物

桂枝挥发油中还含有少量酸类化合物,其数量与酮类化合物相当(目前已鉴定出 17 个)。据报道

花生酸(192)^[11]、反式肉桂酸(194)^[7]、氢化肉桂酸(197)^[8]为桂枝挥发油中含量较高的酸类成分。桂枝挥发油中酸类化合物见表 6。

表 6 桂枝挥发油中酸类化合物

Table 6 Acids in *R. cinnamon* essential oil

序号 No.	英文名称 English name	中文名称 Chinese name	参考文献 Ref.
191	myristic acid	肉豆蔻酸	11
192	arachidic acid	花生酸	11
193	(E)-9-octadecenoic acid	(E)-9-十八烯酸	11
194	trans-cinnamic acid	反式肉桂酸	7,8
195	tran-2-phenylcyclopropane-1-carboxylic acid	反式-2-苯基环丙烷-1-羧酸	7
196	benzoic acid	苯甲酸	8
197	hydro cinnamic acid	氢化肉桂酸	8
198	hexadecanoic acid	棕榈酸	8
199	stearic acid	硬脂酸	8
200	palmitic acid	软脂酸	15
201	3-phenyl methyl-2-propenoic acid	3-苯基甲基-2-丙烯酸	12
202	2-propenoic acid,3-(2-hydroxyphenyl)	3-(2-羟基苯基),2-丙烯酸	21
203	9,12-octadecadienoic acid (Z,Z)	9,12-十八碳二烯酸(Z,Z)	17
204	tetradecanoic acid	十四烷酸	13,17
205	2-phenylethyl ester benzoic acid	2-苯乙基酯苯甲酸	13
206	pentadecanoic acid	十五烷酸	13
207	oleic acid	油酸	13

2.7 其他化合物

此外,桂枝挥发油还包括酚类、醚类、胺类、萜

类、烷烃、吡啶、呋喃、吡咯和芳香族化合物等,如从中鉴定出了 1-甲基-2-异丙基苯^[19]、1,2-二甲氧基-4-

(2-丙烯基)苯^[7]、庚烷^[11]、正十八烷^[16]、 β -苯乙烯甲醚^[7]、 α -细辛醚^[7]、N-甲氧基-N-甲基苯甲酰胺^[19]、顺-9-辛基葵烯酰胺^[12]、2-甲基-1H-吡咯[2,2-b]吡啶^[19]、3-甲基-2,3-二氢-苯并咪喃^[11]、1,4-二甲基-7-(1-甲基乙基)萘^[15]、4,5,6,7-三甲基-2H-异吡啶^[21]、2-甲氧基-4-丙基苯酚^[7]及丁香酚^[15]等化合物。

3 结语

综上,桂枝挥发油中的烯烃、醇类、醛类及酯类成分较多,约占已鉴定出成分的68%,但究其药理活性的研究较少。因此,为有利于桂枝挥发油的全面开发利用,有必要对上述大类化合物进行深入研究。

桂枝挥发油作为临床常用中药桂枝的主要活性部位群,发现其化学成分的研究较为丰富,目前不仅初步明确了其大类成分,而且对其提取与分析方法及影响因素等亦有较多研究,但对于桂枝挥发油整体质量控制的研究相对较少,笔者认为有必要开展药材质量与药效关系的研究,为全面控制桂枝药材质量提供依据。其次,目前对桂枝挥发油中成分的研究主要集中在桂皮醛、桂皮酸和桂皮醇等少数几种成分,忽略了挥发油中其他一些药用价值较高的化合物,如D-柠檬烯(**1**)可诱导人膀胱癌细胞和白血病细胞的凋亡^[29,30], β -榄香烯(**13**)体外可逆转人肺腺癌细胞PC9耐吉非替尼的作用及降低肝癌细胞的侵袭和迁移能力^[31,32],乙酸龙脑酯(**153**)具有显著的抗炎镇痛作用^[33,34]等,由此提示对其药理活性研究不仅要重视整体挥发油部位,而且应紧密跟踪其单体成分的药理活性,将有助于全面挖掘桂枝的药用价值、拓展其临床应用。

参考文献

- China Pharmacopoeia Committee (国家药典委员会). Pharmacopoeia of People's Republic of China (中华人民共和国药典). Beijing: Chemical Industry Press, 2015.
- Xu SJ (徐世军), et al. Experimental study on the anti-inflammation effect of volatile oil in *Ramulus cinnamomi*. *Tradit Chin Drug Res Pharmacol* (中药新药与临床药理), 2007, 18: 186-189.
- Xu XH (徐旭红), et al. Observation on spatial antibiotic action of the volatile oil from several Chinese herbs. *Mod J Integr Tradit Chin Western Med* (现代中西医结合杂志), 2010, 19: 2618-2619.
- Liu R (刘蓉), et al. The effects of the volatile oil of *Ramulus Cinnamomi* and cinnamaldehyde on death protection rate in H1N1-infected mice and mechanism of TLR/IFN signal pathway. *Pharmacol Clin Chin Mater Clin Med* (中药药理与临床), 2013, 29(4): 33-36.
- Li JQ (李佳青), et al. Inhibited effect and mechanism of cinnamaldehyde on melanoma rats. *Med Pharm J Chin PLA* (解放军医药杂志), 2014, 26(10): 51-54.
- Jiang YL (姜延良). Modern Research and Application of Guizhi Tang. Beijing: People's Medical Publishing House, 2011. 14.
- Ma P (马鹏), et al. Studies on chemical constituents of essential oil from *Ramulus cinnamomi* by HRCGC-MS. *West China J Pharm Sci* (华西药学杂志), 1999, 14(1): 11-12.
- Ding P (丁平), et al. Analysis on chemical constituents of essential oils from *Ramulus cinnamomi* produced in Guangdong. *West China J Pharm Sci* (华西药学杂志), 2002, 17: 175-179.
- Wang LL (王琳琳), et al. Study on chemical component of essential oil from *Cinnamomum cassia* presl and *Cinnamomum cassia* petrophilum leaves in Guangxi. *Res Appl Technol* (应用技术研究), 2003, 15: 6-8.
- Yue HK (岳红坤), et al. Comparative study on different methods of extracting essential oil from *Ramulus Cinnamomi*. *J Anhui Agric Sci* (安徽农业科学), 2010, 38: 7848-7850.
- Li GH (李国辉), et al. Analysis of volatile chemical components of *Ramulus cinnamomi* by GC-MS and chemometric resolution. *Res Pract Chin Med* (现代中药研究与实践), 2007, 22(3): 31-34.
- Qiu Q (邱琴), et al. Study on chemical component of essential oil in the *Cinnamomum cassia* Presl. by GC-MS. *Chin J Pharm Anal* (药物分析杂志), 2002, 20: 248-251.
- Xu CJ, et al. Resolution of the essential constituents of *Ramulus cinnamomi* by an evolving chemometric approach. *FresenJ Anal Chem*, 2001, 371: 331-336.
- She JM (余金明), et al. Analysis of essential oil components in *Ramulus cinnamomi* by GC-MS combined with Heuristic evolving latent projections. *West China J Pharm Sci* (华西药学杂志), 2010, 25: 446-449.
- Shen Q (沈群), et al. Comparison studies on chemical constituents of essential oil. *J Chin Med Mater* (中药材), 2002, 25: 257-258.
- Liu HX (刘红星), et al. The comparison of chemical component analysis about volatile oil from *Cinnamomum cassia* Bark, *Cinnamomum cassia* Presl and *Cinnamomum cassia* leaf by gas chromatography-mass spectrometry. *Food Res Dev* (食品研究与开发), 2010, 31: 144-147.

- 17 Li XR (李晓如), *et al.* Analysis of essential oil in herba *Ephedrae-Ramulus Cinnamomi* by GC-MS and chemometric resolution method. *Acta Pharm Sin* (药学学报), 2007, 42: 187-191.
- 18 Xu GW (徐光伟), *et al.* Analysis of common volatile constituents in herbal pair *Ramulus Cinnamomi* Herba *Schizonepetae* and its single herb. *Asia Pac Tradit Med* (亚太传统医学), 2009, 5(4): 16-18.
- 19 Wang SY (王书云), *et al.* Analysis the components of volatile oil in Guizhi Fuling capsule and its constituting herbs by GC-MS. *J Shihezi Univ, Nat Sci* (石河子大学学报, 自科版), 2013, 31: 359-364.
- 20 Yan YS (严优苻), *et al.* Study on the effects of different compatibility of Guizhi decoction on component of volatile oil from *Cinnamomum cassia* by GC-MS. *J Chin Med Mater* (中药材), 2012, 35: 410-415.
- 21 Cai WX (蔡文选), *et al.* AMWFA method applied to research on changes of essential components and extractive ratios of herbal pair *Cinnamomum cassia* and *Poria cocos*. *Chin J Chin Mater Med* (中国中药杂志), 2008, 33: 2056-2060.
- 22 Li GH (李国辉), *et al.* Analysis of volatile constituents in herbal pair *Ramulus Cinnamomi-Notopterygium*. *Asia Pac Tradit Med* (亚太传统医学), 2008, 4(7): 15-18.
- 23 She JM (余金明), *et al.* Comparative analysis of volatile constituents in herbal pair *Ramulus Cinnamomi-Atractylodes macrocephala* and its signal herb by GC-MS. *J Central South Univ, Sci Tech* (中南大学学报, 自科版), 2011, 42(1): 22-27.
- 24 She JM (余金明), *et al.* Analysis of essential oil components in herbal pair *Artemisia annua-Ramulus cinnamomi* by GC-MS combined with chemometric resolution method. *J Instru Anal* (分析测试学报), 2010, 29: 938-942.
- 25 Guo JY (郭建友), *et al.* Effect of cinnamyl alcohol on activity of COX and PGE2 release in cerebral microvascular endothelial cells stimulated by IL21. *Chin Pharm J* (中国药学杂志), 2006, 41: 596-599.
- 26 Kang YH, *et al.* Cinnamyl alcohol attenuates vasoconstriction by activation of K⁺ channels via NO-cGMP-protein kinase G pathway and inhibition of Rho-kinase. *Exp Mol med*, 2012, 44: 749-755.
- 27 Hu C, *et al.* Analysis of volatile components in herbal pair herba *Schizonepetae-ramulus cinnamomi*. *J Cent South Univ Technol*, 2008, 15: 791-795.
- 28 Wang QP (王秋萍), *et al.* Study on volatile oil components of *Rimulus cinnamon* from different areas. *J Anhui Agric Sci* (安徽农业科学), 2015, 43: 113-115.
- 29 Xu YT (徐耀庭), *et al.* D-Limonene induced cell cycle perturbations and apoptosis in human bladder cancer lines. *China Med Eng* (中国医学工程), 2010, 18(3): 6-9.
- 30 Wang JX (王金香), *et al.* Research on mechanism of d-limonene induced leukemia apoptosis. *Sci Technol Inf* (科技资讯), 2010, 5: 6-9.
- 31 Zhang AQ (张爱琴), *et al.* Reversing effect of β -elemene on human lung adenocarcinoma cell line PC9 with gefitinib-resistant. *China Cancer* (中国肿瘤), 2013, 22: 126-129.
- 32 Zheng J (郑瑾), *et al.* Migratory and invasive ability of hepatocellular carcinoma cell line SK-hep-1 effected by β -elemene. *J Mod Oncol* (现代肿瘤医学), 2009, 17: 2054-2058.
- 33 Wu XS (吴晓松), *et al.* Studies on the analgesic and anti-inflammatory effect of bornyl acetate in volatile oil from *Amomum villosum*. *J Chin Med Mater* (中药材), 2004, 27: 438-439.
- 34 Wu XS (吴晓松), *et al.* Research on the analgesic effect and mechanism of bornyl acetate in volatile oil from *Amomum Villosum*. *J Chin Med Mater* (中药材), 2005, 28: 505-507.

致谢:对以下合作单位参与本刊的学术建设表示由衷的感谢!

广西壮族自治区药用植物园

广西科学院

重庆市药物种植研究所

中国科学院广西植物研究所