

• 制剂与炮制 •

GC-MS 分析栀子姜制前后挥发油的 化学组成成分变化

李雨田, 肖永庆, 张村*, 于定荣, 麻印莲, 顾雪竹
(中国中医科学院 中药研究所, 北京 100700)

摘要 目的: 比较栀子姜制前后挥发油中的化学成分在组成和含量上的变化, 为阐释姜栀子配伍炮制的物质基础内涵提供科学依据。方法: 采用水蒸气蒸馏法提取栀子、生姜、姜栀子中的挥发油, 利用 GC-MS 鉴定并比较分析 3 个样品中化学成分变化, 应用峰面积归一化法计算各成分的相对质量分数。结果: 栀子、生姜、姜栀子挥发油的质量分数分别为 1.0, 2.0, 1.5 $\mu\text{L} \cdot \text{g}^{-1}$ 。从栀子、生姜和姜栀子挥发油中分别检出 42, 75, 77 个色谱峰, 总共鉴定了 89 种化合物, 其中栀子 30 种、生姜 58 种、姜栀子 67 种, 分别占挥发油总量的 94.10%, 90.52%, 94.38%。结论: 栀子姜制后挥发油成分在含量和组成上均发生了明显变化。

关键词 栀子; 生姜; 姜栀子; 挥发油; GC-MS

栀子为茜草科植物栀子 *Gardenia jasminoides* Ellis 的干燥成熟果实, 生姜为姜科植物姜 *Zingiber officinale* Rosc. 的新鲜根茎^[1], 二者均为临床常用中药。栀子生品苦寒之性甚强, 易伤中气, 经姜制后可缓和其苦寒之性, 增强温中止呕作用。栀子经姜制后药性和功能的改变是栀子、生姜共同“配伍炮制”的结果, 二者相辅相成。现代研究表明栀子主要含有环烯醚萜苷、二萜色素类、黄酮类及挥发油等成分, 而生姜以挥发油类成分含量较高, 有文献报道^[2-3]用 GC-MS 对不同产地生姜挥发性成分进行比较分析。对于栀子姜制前后的化学物质内涵变化, 目前还未见挥发油类成分变化的相关研究报道。本试验采用水蒸气蒸馏法提取栀子、生姜和姜栀子中的挥发油, 利用 GC-MS 鉴定并比较分析 3 个样品中化学成分变化, 并应用峰面积归一化法测定各成分的相对质量分数, 首次比较分析栀子姜制前后挥发油中的化学成分在组成和含量上的变化规律, 为阐释姜栀子配伍炮制的物质基础内涵提供科学依据。

1 材料

TRACE 气相色谱-质谱联用仪(美国 Finnigan 公司), 98-1-B 型电子调温电热套(天津市泰斯特仪器有限公司), 乙酸乙酯、无水硫酸钠均为分析纯。

栀子购于安徽亳州药材市场, 产地江西; 生姜购于北京, 产地山东; 经中国中医科学院中药研究所胡世林研究员鉴定分别为茜草科植物栀子 *G. jasminoides* 的干燥成熟果实和姜科植物姜 *Z. officinale* 的新鲜根茎。姜栀子以上述栀子、生姜为原料, 按照《全国中药炮制》^[4](1988 年版)项下的方法依法制备成姜栀子饮片。

2 方法与结果

2.1 方法

2.1.1 姜栀子的制备 取栀子饮片适量, 加入 12.5% 姜汁拌匀, 闷润至干, 在 180 $^{\circ}\text{C}$ (锅底温度) 炒制 6 min 至表面呈焦黄色, 取出, 放凉。

2.1.2 挥发油的提取 取栀子、姜栀子粗粉(过 40 目筛)各 100 g, 生姜碎块 200 g, 加 6 倍量水浸泡过夜, 以水蒸气蒸馏法分别提取 10 h, 至挥发油量不再增加为止, 最后分别得到栀子、生姜和姜栀子挥发油 0.1, 0.4, 0.15 mL。收集各样品挥发油以适量乙酸乙酯溶解, 无水硫酸钠脱水干燥后备用。栀子、生姜、姜栀子的挥发油得率分别为 1.0, 2.0, 1.5 $\mu\text{L} \cdot \text{g}^{-1}$ 。

2.1.3 GC-MS 色谱条件 DB-5MS 色谱柱(0.25 mm $\times$ 30 m, 0.25 μm), 载气为氦气, 电离方式 EI, 离

稿件编号 20110621007

基金项目 国家“重大新药创制”科技重大专项(2009ZX09301); 中国中医科学院自主选题项目(ZZ20090110)

通信作者 * 张村, 研究员, 研究方向为中药化学、中药炮制, Tel: (010) 84018690, E-mail: zhc95@163.com

作者简介 李雨田, 硕士研究生, 研究方向为中药及饮片化学成分、质量评价研究

子源温度 200 ℃,接口温度 250 ℃,电子能量 70 eV,发射电流 150 μA,质量扫描范围 35~455,扫描周期 0.4 s。Xcalibur 1.2 数据处理系统, NIST Version 1.7 图谱库。程序升温: 后始温度 60 ℃,然后以 5 ℃·min⁻¹升至 220 ℃,保持 10 min。流量 1.0 mL·min⁻¹,进样量 0.2 μL,分流比 20:1,进样口温度 220 ℃。

2.2 结果

按上述 GC-MS 色谱条件对栀子、生姜和姜栀子挥发油中化学成分进行分析,得其总离子流图,见图 1。对总离子流图中的各色谱峰进行质谱扫描后,通过检索比对 NIST Version 1.7 图谱库,鉴定出 3 个样品挥发油中的化学成分。通过 Xcalibur 1.2 数据处理系统计算各色谱峰的峰面积,并采用峰面积归一

化法求得各化学成分的相对质量分数,见表 1。

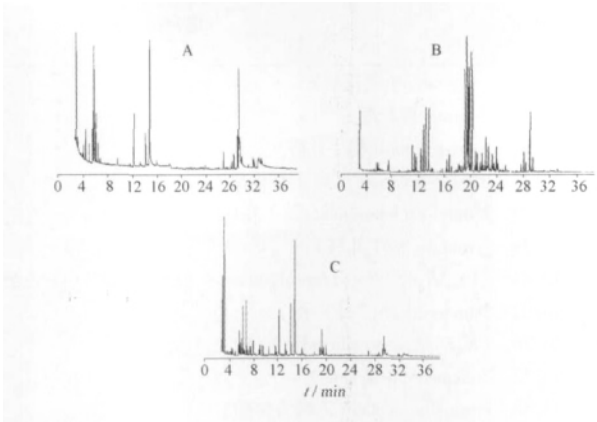


图 1 栀子(A)、生姜(B)和姜栀子(C)挥发油 GC-MS 总离子流图

表 1 栀子、生姜和姜栀子挥发油化学成分的相对质量分数

No.	t/min	化合物名称	分子式	相对质量分数/%			变化趋势
				栀子	生姜	姜栀子	
1	2.78	toluene(甲苯)	C ₇ H ₈	5.87	1.69	4.60	↓
2	3.06	hexanal(己醛)	C ₆ H ₁₂ O	0.83	0.04	8.33	↑
3	4.38	o-xylene(邻二甲苯)	C ₈ H ₁₀	3.54	0.16	0.97	↓
4	4.47	heptanal(庚醛)	C ₇ H ₁₄ O			0.56	
5	4.91	cumene(异丙苯)	C ₉ H ₁₂	1.35	0.05	0.35	↓
6	5.11	3,6,6-trimethyl-2-norpinene(3,3,6-三甲基-2-降蒎烯)	C ₁₀ H ₁₆		0.07		
7	5.46	camphene(莰烯)	C ₁₀ H ₁₆		0.51		
8	5.49	(Z)-2-heptenal【Z】-2-庚烯醛	C ₇ H ₁₂ O			1.65	
9	5.53	n-propylbenzene(丙苯)	C ₉ H ₁₂	3.41			
10	5.64	1-ethyl-3-methyl-benzene(1-乙基-3-甲基苯)	C ₉ H ₁₂	14.37	0.68	5.35	↓
11	5.83	hemimellitene(1,2,3-三甲苯)	C ₉ H ₁₂	2.67	0.14	1.07	↓
12	6.22	2-n-pentylfuran(2-正戊基呋喃)	C ₉ H ₁₄ O	0.14	0.16	3.58	↑
13	6.37	1,2,4-trimethyl-benzene(1,2,4-三甲苯)	C ₉ H ₁₂	1.71	0.12	0.51	↓
14	6.52	n-octanal(正辛醛)	C ₈ H ₁₆ O			0.45	
15	6.74	2,2,5,5-tetramethyl-3-cyclopenten-1-one(2,2,5,5-三甲基-3-环戊烯-1-酮)	C ₉ H ₁₄ O	0.38		4.23	↑
16	7.27	1,8-cineole(1,8-桉叶素)	C ₁₀ H ₁₈ O		0.93		
17	7.34	2,2,6-trimethyl-cyclohexanone(2,2,6-三甲基环己酮)	C ₉ H ₁₆ O			1.37	
18	7.46	β-Isophorone(β-异佛尔酮)	C ₉ H ₁₄ O	0.11		0.83	↑
19	7.85	(E)-2-octen-1-al(E-2-辛烯醛)	C ₈ H ₁₄ O			2.89	
20	8.90	β-linalool(β-芳樟醇)	C ₁₀ H ₁₈ O		0.28	0.86	↑
21	9.01	n-nonanal(正壬醛)	C ₉ H ₁₈ O			1.05	
22	9.44	2,2,6-trimethyl-2-cyclohexene-1-carboxaldehyde(α-环柠檬醛)	C ₁₀ H ₁₆ O			0.80	
23	9.55	α-isophorone(α-异佛尔酮)	C ₉ H ₁₄ O	0.71		1.26	↑
24	10.26	(±)-camphor(莰酮)	C ₁₀ H ₁₆ O		0.16	0.11	↓
25	10.49	(E)-2-nonenal【E】-2-壬烯醛	C ₉ H ₁₆ O		0.08	1.04	↑
26	10.92	borneol(龙脑)	C ₁₀ H ₁₈ O		1.48	0.17	↓
27	11.10	terpinen-4-ol(4-萜品醇)	C ₁₀ H ₁₈ O		0.12		
28	11.30	cryptone(隐品酮)	C ₉ H ₁₄ O		1.10	0.21	↓
29	11.49	α-terpineol(α-松油醇)	C ₁₀ H ₁₈ O		0.95		
30	11.59	safranal(藏红花醛)	C ₁₀ H ₁₄ O	0.51		1.36	↑
31	12.21	4-methylene-isophorone(4-亚甲基-异佛尔酮)	C ₁₀ H ₁₄ O	5.17		5.10	↓

续表 1

No.	t/min	化合物名称	分子式	相对质量分数/%			变化趋势
				栀子	生姜	姜栀子	
32	12.24	cis-geraniol(橙花醇)	C ₁₀ H ₁₈ O		2.02		
33	12.60	β -citral(橙花醛)	C ₁₀ H ₁₆ O		2.44	0.26	↓
34	12.92	trans-geraniol(牻牛儿醇)	C ₁₀ H ₁₈ O		3.97	0.41	↓
35	13.24	trans-2-decenal(反式-2-癸烯醛)	C ₁₀ H ₁₈ O			1.48	
36	13.29	2-butyl-cyclohexanone(2-丁基环己酮)	C ₁₀ H ₁₈ O	0.90			
37	13.39	geranial(牻牛儿醛)	C ₁₀ H ₁₆ O		3.64	0.77	↓
38	13.84	(1S,2R,4S)-(-)-borneol, acetate [(1S,2R,4S)-(-)-乙酸龙脑酯]	C ₁₂ H ₂₀ O ₂		0.17	0.02	↓
39	14.02	2-undecanone(2-十一酮)	C ₁₁ H ₂₂ O ₂		0.29	0.02	↓
40	14.76	(E,E)-2,4-decadienal [(E,E)-2,4-癸二烯醛]	C ₁₀ H ₁₆ O	20.40		25.41	↑
41	15.17	δ -elemene(δ -榄香烯)	C ₁₅ H ₂₄		0.07		
42	15.48	citronellyl acetate(乙酸香茅酯)	C ₁₂ H ₂₂ O ₂		0.22	0.15	↓
43	15.93	(2E)-2-undecenal(反-2-十一烯醛)	C ₁₁ H ₂₀ O	0.92		0.93	↑
44	16.04	6-dodecanone(6-十二烷酮)	C ₁₂ H ₂₂ O			0.34	
45	16.10	(+)-cycloisotativen [(+)-环异萨替文烯]	C ₁₂ H ₂₀ O ₂		0.18		
46	16.24	α -copaene(α -古巴烯)	C ₁₅ H ₂₄		0.78	0.04	↓
47	16.58	β -elemene(β -榄香烯)	C ₁₅ H ₂₄		0.94	0.07	↓
48	16.87	7-epi-sesquithujene	C ₁₅ H ₂₄		0.27	0.02	↓
49	17.58	germacrene B(大牻牛儿烯 B)	C ₁₅ H ₂₄		0.13		
50	17.67	trans- α -bergamotene(反式- α -香柠檬烯)	C ₁₅ H ₂₄		0.16	0.03	↓
51	18.02	neryl acetone(橙化基丙酮)	C ₁₃ H ₂₂ O		0.64	0.43	↓
52	18.12	(E)- β -farnesene [(E)- β -金合欢烯]	C ₁₅ H ₂₄		0.80		
53	18.40	allo-aromadendrene(别香橙烯)	C ₁₅ H ₂₄		0.27	0.05	↓
54	18.73	τ -muurolene(τ -依兰油烯)	C ₁₅ H ₂₄		0.53	0.03	↓
55	18.89	α -curcumen(α -姜黄烯)	C ₁₅ H ₂₂		7.27	0.83	↓
56	19.28	α -zingiberene(α -姜烯)	C ₁₅ H ₂₄		13.10	2.49	↓
57	19.43	(E,E)- α -farnesene [(E,E)- α -金合欢烯]	C ₁₅ H ₂₄		7.77	0.84	↓
58	19.56	β -bisabolene(β -甜没药烯)	C ₁₅ H ₂₄		6.16	0.76	↓
59	19.69	trans-4(14),5-diene-muurola	C ₁₅ H ₂₄		0.29		
60	19.81	δ -amorphene(δ -紫穗槐烯)	C ₁₅ H ₂₄		0.43		
61	19.91	β -sesquiphellandrene(β -倍半水芹烯)	C ₁₅ H ₂₄		10.56	1.22	↓
62	20.53	hedycaryol(四甲基环癸二烯甲醇)	C ₁₅ H ₂₆ O		1.41	0.04	↓
63	20.78	(E)-nerolidol [(E)-橙花叔醇]	C ₁₅ H ₂₆ O		1.53	0.16	↓
64	21.51	trans-sesquisabinene hydrate	C ₁₅ H ₂₆ O		0.90		
65	22.26	1 β -cadin-4-en-10-ol	C ₁₅ H ₂₆ O		0.72		
66	22.45	cis-sesquisabinene hydrate	C ₁₅ H ₂₆ O		4.44		
67	23.05	eudesm-4(14)-en-11-ol(β -桉叶醇)	C ₁₅ H ₂₆ O		1.52	0.16	↓
68	23.32	epi- β -bisabolol(表- β -甜没药醇)	C ₁₅ H ₂₆ O		0.7	0.07	↓
69	23.69	β -curcumen(β -姜黄烯)	C ₁₅ H ₂₄		2.26	0.10	↓
70	23.93	shyobunol(白芷醇)	C ₁₅ H ₂₆ O		0.72	0.17	↓
71	24.77	3,7,11-trimethyl-2,6,10-dodecatrienal(3,7,11-三甲基-2,6,10-十二烷三烯醛)	C ₁₅ H ₂₄ O		0.11		
72	25.07	(Z)- α -trans-bergamotol [(Z)- α -反式香柠檬醇]	C ₁₅ H ₂₄ O		0.44		
73	26.94	6,10,14-trimethyl-2-pentadecanone(6,10,14-三甲基-2-十五烷酮)	C ₁₈ H ₃₆ O	1.37		0.40	↓
74	27.85	3,7,11-trimethyl-6,10-dodecadien-1-yn-3-ol(3,7,11-三甲基-6,10-十二烷二烯-1-乙炔基-3-醇)	C ₁₅ H ₂₄ O		2.25	0.09	↓
75	28.35	farnesyl acetone [(5E,9E)-6,10,14-三甲基十五碳-5,9,13-三烯-2-酮]	C ₁₈ H ₃₀ O	0.72		0.16	↓
76	28.63	methyl hexadecanoate(棕榈酸甲酯)	C ₁₇ H ₃₄ O ₂	1.27		0.64	↓
77	29.19	(E,E)-3,7,11,15-tetramethyl-4,6,10,14-hexadecatetraen-3-ol [(E,E)-3,7,11,15-四甲基-4,6,10,14-十六碳-3-醇]	C ₂₀ H ₃₄ O		1.45		
78	29.28	cembrene A [(E,E,E)-4,8,12-三甲基-3,7,11-十四碳环三烯]	C ₂₀ H ₃₂	3.31		0.84	↓
79	29.44	n-hexadecanoic acid(棕榈酸)	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	15.05		3.43	↓
80	29.65	cubitene	C ₂₀ H ₃₂	2.25		0.64	↓

续表 1

No.	t/min	化合物名称	分子式	相对质量分数/%			变化趋势
				栀子	生姜	姜栀子	
81	29.96	ethyl hexadecanoate(棕榈酸乙酯)	C ₁₈ H ₃₆ O ₂	0.59		0.15	↓
82	31.82	methyl linoleate(亚油酸甲酯)	C ₁₉ H ₃₄ O ₂	0.85		0.25	↓
83	31.96	oleic acid, methyl ester(油酸甲酯)	C ₁₉ H ₃₆ O ₂	3.09		0.97	↓
84	32.05	2-nonadecanone(2-十九烷酮)	C ₁₉ H ₃₈ O	0.90		0.12	↓
85	32.65	11,14-eicosadienoic acid, methyl ester(11,14-花生四烯酸甲酯)	C ₂₁ H ₃₈ O ₂	0.91		0.43	↓
86	33.15	9,12-octadecadienoic acid, ethyl ester(9,12-十八碳二烯酸乙酯)	C ₂₀ H ₃₆ O ₂	0.47		0.10	↓
87	33.29	(E)-9-octadecenoic acid, ethyl ester [E]-9 十八碳烯酸乙酯	C ₂₀ H ₃₈ O ₂	0.33		0.16	↓
88	34.78	(S)-paradol(S)-姜酮	C ₁₇ H ₂₆ O ₃		0.08		
89	36.49	(S)-gingero(S)-姜酚	C ₁₇ H ₂₆ O ₄		0.17		

3 讨论

3.1 3 种样品总离子流图比较

3 个样品的总离子流图比较可以看出,3 个样品的图谱有明显差异,姜栀子整体图貌与栀子较为相似,姜栀子中的主要色谱峰来自于栀子,保留时间 19~20 min 的色谱峰来自于生姜;栀子中保留时间 6 min 左右的色谱峰在姜栀子中大幅降低,同时姜栀子中保留时间 7~11 min 的色谱峰为栀子姜制后新增加的色谱峰。由此可见,姜栀子中的挥发性成分不仅仅是栀子和生姜的简单加和,经过炒制后,姜栀子中挥发性成分组成和含量发生了明显变化。

3.2 3 种样品挥发油成分组成的比较

从栀子、生姜和姜栀子挥发油中分别检出 42, 75, 77 个色谱峰,总共鉴定了 89 种化合物,其中栀子 30 种、生姜 58 种、姜栀子 67 种,分别占挥发油总量的 94.10%, 90.52%, 94.38%。已鉴定的 89 中化合物中,三者共有成分 8 个,栀子和姜栀子共有成分 22 个,生姜和姜栀子共有成分 27 个。

其中,只有在栀子中检测到的成分有 2 种,分别为丙苯和 2-丁基环己酮。只有在生姜中检测到的成分有 21 种,相对质量分数大于 0.5% 的有茨烯, 1,8-桉叶素, α -松油醇, 橙花醇, (E)- β -金合欢烯, trans-sesquibabinene hydrate, 1 β -cadin-4-en-10-ol, cis-sesquibabinene hydrate, (E, E)-3,7,11,15-四甲基-4,6,10,14-十六碳-3-醇。而在姜栀子中检测到的 9 种新成分中, 庚醛、(Z)-2-庚烯醛、正辛醛、2,2,6-三甲基环己酮、E-2-辛烯醛、正壬醛、 α -环柠檬醛、t 反式-2-癸烯醛和 6-十二烷酮等多为醛类和酮类化合物。可见,栀子经姜制后在成分组成上发生了很大变化。

3.3 3 种样品挥发油含量的变化趋势分析

由表 1 可知,栀子中含量较高的成分有(E, E)-2,4-癸二烯醛(20.40%)、棕榈酸(15.05%)、1-乙基-3-甲基苯(14.37%)、甲苯(5.87%)、4-亚甲基-异佛尔酮(5.17%)、邻二甲苯(3.54%)、丙苯(3.41%)、(E, E, E)-1-异丙烯基-4,8,12-三甲基-3,7,11-十四碳环三烯(3.31%)和油酸甲酯(3.09%)。生姜中含量较高的成分为 α -姜烯(13.10%)、 β -倍半水芹烯(10.56%)、(E, E)- α -金合欢烯(7.77%)、 α -姜黄烯(7.27%)、 β -甜没药烯(6.16%)、牻牛儿醇(3.97%)、牻牛儿醛(3.64%)、cis-sesquibabinene hydrate(4.44%)等萜烯类和醇醛类成分。姜栀子中含量较高的成分包括(E, E)-2,4-癸二烯醛(25.41%)、己醛(8.33%)、2,2,5,5-三甲基-3-环戊烯-1-酮(4.23%)、2-正戊基呋喃(3.58%)等,且相对质量分数明显高于栀子;1-乙基-3-甲基苯(5.35%)、甲苯(4.60%)、棕榈酸(3.43%)等成分来源于栀子且相对质量分数大幅降低,而 4-亚甲基-异佛尔酮(5.10%)与栀子相比没有明显变化;同时姜栀子中检测到的 α -姜烯(2.49%)、 β -倍半水芹烯(1.22%)、(E, E)- α -金合欢烯(0.84%)、 α -姜黄烯(0.83%)、 β -甜没药烯(0.76%)等主要来自于生姜,但经姜制后相对质量分数大幅降低;另外, E-2-辛烯醛(2.89%)、(Z)-2-庚烯醛(1.65%)、反式-2-癸烯醛(1.48%)、2,2,6-三甲基环己酮(1.37%)、正壬醛(1.05%)等醛酮类成分为姜栀子新增加的成分,推测与姜栀子的炮制过程密切相关。

总之,栀子经姜制后,栀子和生姜中原有成分的含量多数呈下降的变化趋势,但(E, E)-2,4-癸二烯醛、己醛、2-正戊基呋喃、2,2,5,5-三甲基-3-环戊烯-1-酮、 β -异佛尔酮、 β -芳樟醇、藏红花醛、(E)-2-壬烯

醛、 α -异佛尔酮、(*E,E*)-2,4-癸二烯醛和反-2-十一烯醛等成分的含量却有不同程度的升高,同时栀子姜制后还检测出了*E*-2-辛烯醛、(*Z*)-2-庚烯醛等新增加的成分,这可能是因为姜栀子经加热炮制后其所含化学成分在一定程度上被破坏或发生转化,从而使姜栀子挥发油类成分在化学组成和相对含量上发生了明显变化,这也许是栀子姜制后其苦寒药性缓和、温中止呕作用增强的主要原因之一。深入的研究需要进一步针对栀子姜制前后变化组分进行相关的药效学探讨,以上研究为深入揭示姜栀子配伍

炮制的物质基础内涵变化提供了科学依据和可靠线索。

参考文献

- [1] 中国药典. 一部 [S]. 2010: 231, 93.
- [2] 谭建宁. 不同产地生姜挥发油化学成分的 GC-MS 研究 [J]. 亚太传统医药, 2011, 7(4): 23.
- [3] 丁东宁, 谭廷华, 马元莹, 等. 城固生姜精油化学成分的研究 [J]. 西北植物学报, 1988, 4(1): 40.
- [4] 中华人民共和国卫生部药政管理局. 全国中药炮制规范 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 1988: 180.

Analysis of volatile oil in *Gardenia jasminoids* roasted with ginger juice by GC-MS

LI Yutian, XIAO Yongqing, ZHANG Cun*, YU Dingrong, MA Yinlian, GU Xuezhong

(Institute of Chinese Materia Medica, China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing 100700, China)

[Abstract] **Objective:** To compare the components and contents of volatile oil in *Gardenia jasminoids*, *Zingiber officinale*, *G. jasminoids* roasted with ginger juice and to provide scientific basis for intrinsic material of *G. jasminoids* roasted with ginger juice. **Method:** The volatile oil in the three herbal medicines was extracted by steam distillation, the components were analyzed by GC-MS and the contents of the components were calculated by area normalization method. **Result:** The contents of volatile oil in *G. jasminoids*, *Z. officinale*, *G. jasminoids* roasted with ginger juice were 1.0, 2.0, 1.5 $\mu\text{L} \cdot \text{g}^{-1}$, respectively. A total of 89 components were identified by GC-MS. Although 42, 75 and 77 peaks were separated, only 30, 58 and 67 components were identified accordingly, which accounted 94.1%, 90.52% and 94.38% of the whole volatile oil. **Conclusion:** After being processed with ginger juice, the components and contents of volatile oil in *G. jasminoids* has been changed obviously.

[Key words] *Gardenia jasminoids*; *Zingiber officinale*; *Gardenia jasminoids* roasted with ginger juice; volatile oil; GC-MS

doi: 10.4268/cjcm20112410

责任编辑 马超一