

文章编号: 1001-6880(2011)03-0458-06

连翘花蕾与花的挥发性成分研究

王金梅^{1,2}, 姬志强^{1,2}, 康文艺^{1,2*}¹河南大学中药研究所; ²河南大学药学院, 开封 475004

摘要: 本文采用顶空固相微萃取和气相色谱质谱联用(HS-SPME-GC-MS)技术比较分析了连翘花蕾和花的挥发性成分。从连翘花蕾和花中共鉴定了83个化合物,其中40个化合物是共有的。连翘花蕾的挥发性成分以烃类(41.04%)为主,而连翘花的挥发性成分以醇、醛和酮类化合物(26.46%)为主;酯类化合物在花蕾中的含量为8.11%,在花中下降到2.12%;而酸类化合物则从3.56%上升到5.18%。结果表明,随着花蕾的开放,酯类成分逐渐被水解为酸。

关键词: 固相微萃取; 连翘; 挥发性成分

中图分类号: R284.1; Q946.91

文献标识码: A

Volatiles in Buds and Flowers of *Forsythia suspense*WANG Jin-mei^{1,2}, JI Zhi-qiang^{1,2}, KANG Wen-yi^{1,2*}¹Institute of Chinese Materia Medica, Henan University; ²Pharmaceutical College of Henan University, Kaifeng 475004, China

Abstract: The volatile constituents from the buds and flowers of *Forsythia suspense* were analyzed by head-space solid phase microextraction coupled with GC-MS. Eighty-three compounds were identified from the buds and flowers of *F. suspense* and 40 compounds were mutual. Hydrocarbons (41.04%) were the main constituents in the buds and alcohols, aldehydes and ketones (26.46%) were dominant in the flowers. Esters decreased from 8.11% in buds to 2.12% in flowers and acids increased from 3.56% in buds to 5.18% in flowers. It indicated that esters were hydrolyzed into acids with blooming.

Key words: solid-phase microextraction; *Forsythia suspense*; volatile constituents

连翘(*Forsythia suspense* (Thunb) Vahl.)为木犀科连翘属植物,传统以其果实入药,具有清热解毒、消肿散结之功效,其中挥发性部分为主要有效成分之一。目前,对其化学成分和药理活性的研究已有较多报道^[1];果实挥发油的主要成分是 β -蒎烯,香桉烯, α -蒎烯等^[2-6]。吕金顺等人采用水蒸气蒸馏法提取和乙醚萃取甘肃天水产的连翘花油的挥发性成分,发现连翘花精油的主要成分是烷烃,含量约49.84%^[7]。

本文首次采用固相微萃取和气质联用技术对比分析了连翘花蕾和花的挥发性成分,为连翘资源的开发利用提供理论基础。

1 材料与仪器

连翘花蕾和花 2007年3月采集于河南大学金

明校区校园内,由河南大学天然药物研究所李昌勤副教授鉴定为木犀科连翘属连翘 *F. suspense* (Thunb) Vahl. 标本存放于河南大学天然药物研究所。

6890 N型气相色谱-5975型质谱联用仪(美国安捷伦公司);手动固相微萃取进样器和65 μ m聚二甲基硅氧烷(PDMS-DVB)萃取头(美国Supelco公司);C₆~C₂₆正构烷烃样品(Alfa Aesar)。

2 实验方法

2.1 挥发性成分的提取

使用前先将SPME的萃取纤维头在气相色谱进样口250℃老化10 min,载气体积流量为1.0 mL/min。取阴干连翘花蕾和花(均粉碎)各0.7 g,置于5 mL的样品瓶中,插入65 μ m PDMS萃取纤维头,于80℃下顶空萃取30 min后取出,立即插入色谱仪进样口(温度250℃)脱附1 min。

2.2 GC/MS分析条件

色谱条件: HP-5 MS石英弹性毛细管柱(30.0 m

收稿日期: 2009-03-13 接受日期: 2009-08-03

基金项目: 河南省教育厅基础 research 计划(2008A360002); 河南省教育厅青年骨干教师资助计划(2008)

* 通讯作者 E-mail: kangwenyi@hotmail.com

× 250 μm × 0. 25 μm); 载气为高纯氦气 (99. 999%) ,流速 1. 0 mL/min; 进样口温度为 250 ℃; 升温程序: 起始温度 50 ℃ (保持 1. 0 min) ,以 3 ℃ /min 升温至 120 ℃ (保持 2 min) ,最后以 4 ℃ /min 升温至 210 ℃ (保持 10 min) ; 不分流进样。

质谱条件: 电离方式: EI 源 ,电离能量 70 eV; 离子源温度为 250 ℃; 传输线温度为 280 ℃; 四级杆温度为 150 ℃; 电子倍增器电压 1765 V。质量扫描范围为 30 ~ 440 amu ,谱图库为 Rtlpest3. L 和 Nist05. L。

2.3 保留指数测定

参照文献^[8] ,以色谱纯正构烷烃样品 (C₆ ~

C₂₆) 为参比计算各组分的保留指数 KI。

3 结果与讨论

3.1 实验结果

按上述实验方法和条件进行实验 ,由 MSD 化学工作站给出各自总离子流图 ,对总离子流图中的各峰经质谱扫描后得质谱图 ,经过质谱数据系统检索 ,并结合有关文献从基峰、相对丰度和 KI 值等几个方面进行直观比较 ,从而确定出各自挥发油中的组分。并通过化学工作站数据处理系统 ,按峰面积归一化法确定各组分在挥发性物质中的相对含量 ,其结果列于表 1。

表 1 连翘花蕾和花的挥发性成分研究
Table 1 Volatiles from buds and flowers of *F. suspense*

	成 分 Constituent	分子式 Molecular formula	相似度 Similarity	KI	连翘 <i>F. suspense</i>	
					花蕾	花
1	Acetic acid 乙酸	C ₂ H ₄ O ₂	91	710	1. 24	—
2	methoxy-phenyl-Oxime 甲氧苯基肟	C ₈ H ₉ NO ₂	90	934	0. 98	—
3	Octanal 辛醛	C ₈ H ₁₆ O	82	1000	—	1. 13
4	Eucalyptol 桉油精	C ₁₀ H ₁₈ O	95	1005	1. 33	0. 91
5	3, 7, 7-trimethyl-Bicyclo [4. 1. 0] hept-2-ene3, 7, 7-三甲基-二环 [4. 1. 0]庚-2-烯	C ₁₀ H ₁₆	86	1012	1. 02	0. 56
6	Benzyl Alcohol 苯甲醇	C ₇ H ₈ O	97	1042	1. 56	0. 64
7	Cyclonona-1, 2, 6-triene 环壬-1, 2, 6-三烯	C ₉ H ₁₂	90	1046	2. 54	—
8	1-methyl-4-(1-methylethyl)-4,4-Cyclohexadiene 1-甲基-4-(1-甲基乙基)-4-环己二烯	C ₁₀ H ₁₆	95	1053	1. 19	0. 80
9	Nonanal 壬醛	C ₉ H ₁₈ O	96	1102	4. 14	2. 80
10	1-Phenoxypropan-2-ol 1-苯氧丙烷-2-醇	C ₉ H ₁₂ O ₂	91	1110	—	0. 52
11	Phenylethyl Alcohol 苯乙醇	C ₈ H ₁₀ O	87	1119	3. 02	1. 26
12	(1R)-1, 7, 7-trimethyl-Bicyclo [2. 2. 1]heptan-2-one (1R)-1, 7, 7-三甲基-二环 [2. 2. 1]庚-2-酮	C ₁₀ H ₁₆ O	97	1140	1. 00	0. 34
13	(1α, 2α, 5α)-2, 6, 6-trimethyl-Bicyclo [3. 1. 1]heptan-3-one (1α, 2α, 5α)-2, 6, 6-三甲基-二环 [3. 1. 1]庚-3-酮	C ₁₀ H ₁₆ O	93	1170	0. 33	—
14	4-methyl-1-(1-methylethyl)-3-Cyclohexen-1-ol 萜烯醇	C ₁₀ H ₁₈ O	83	1176	1. 03	0. 82
15	α, α, 4-trimethyl-3-Cyclohexene-1-methanol α, α, 4-三甲基-3-环己烯-1-甲醇	C ₁₀ H ₁₈ O	82	1191	—	0. 44
16	2-hydroxy-Benzoic acid, methyl ester 2-羟基苯甲酸甲酯	C ₈ H ₈ O ₃	90	1193	1. 40	—
17	2, 6, 6-trimethyl-4, 3-Cyclohexadiene-1-carboxaldehyde 2, 6, 6-三甲基-4, 3-环己二烯-1-甲醛	C ₁₀ H ₁₂ O	87	1196	—	0. 39

18	Decanal 癸醛	C ₁₁ H ₂₂ O	97	1203	0.80	0.40
19	2,3-dihydro-Benzofuran 2,3-二氢-苯唑呋喃	C ₈ H ₈ O	94	1251	1.75	1.57
20	3,7-dimethyl-2,6-Octadien-1-ol 橙花醇	C ₁₀ H ₁₈ O	97	1255	1.53	—
21	1-methyl-Naphthalene 1-甲基萘	C ₁₁ H ₁₀	87	1289	0.61	—
22	Tridecane 十三烷	C ₁₃ H ₂₈	99	1300	1.09	0.59
23	Nonanoic acid 壬酸	C ₉ H ₁₈ O ₂	97	1304	—	0.43
24	Undecanal 十一醛	C ₁₁ H ₂₂ O	97	1310	—	0.60
25	2-methyl-Propanoic acid, 2-ethyl-3-hydroxyhexyl ester 2-甲基丙酸 2-乙基-3-羟基己酯	C ₁₂ H ₂₄ O ₂	86	1317	—	1.28
26	(+/-)-(1 α ,4 α ,5 β ,8 α)-hexahydro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-Naphthalene(+/-)-(1 α ,4 α ,5 β ,8 α)-4,7-二甲基-1-(1-甲基乙基)-1,2,4,5,8,8-六氢-萘	C ₁₅ H ₂₄	92	1323	0.35	—
27	alpha-Cubebene α -荜澄茄油烯	C ₁₅ H ₂₄	97	1329	0.49	0.17
28	5-Ethoxy-3,4-dihydro-2H-pyrrole-2-carboxylic acid, ethyl ester 5-乙氧基-3,4-二氢-2H-吡咯基 2-甲酸乙酯	C ₉ H ₁₅ NO ₃	91	1351	5.62	—
29	3-methyl-1,2-Cyclopentanedione 3-甲基-1,2-环戊烷二酮	C ₆ H ₈ O ₂	83	1353	—	3.84
30	Eugenol 丁香酚	C ₁₀ H ₁₂ O ₂	94	1360	2.22	1.18
31	2,6,10-trimethyl-Dodecane 2,6,10-三甲基-十二烷	C ₁₅ H ₃₂	98	1370	1.51	1.04
32	Tetradecane 十四烷	C ₁₄ H ₃₀	99	1400	2.96	0.71
33	1S-(1 α ,3 α ,4 α ,8 α)-[1S-(1 α ,3 α ,4 α ,8 α)]-decahydro-4,8,8-trimethyl-9-methylene-1,4-methanoazulene [1S-(1 α ,3 α ,4 α ,8 α)]-十氢-4,8,8-三甲基-9-亚甲基-1,4-亚甲基奥	C ₁₅ H ₂₄	90	1403	0.72	0.36
34	Oleyl Alcohol 油醇	C ₁₈ H ₃₆ O	87	1406	—	0.61
35	Caryophyllene 石竹烯	C ₁₅ H ₂₄	94	1413	1.88	1.02
36	3-methyl-2-Cyclohexen-1-one 3-甲基-2-环己烯-1-酮	C ₇ H ₁₀ O	81	1434	3.72	—
37	1'-Hydroxy-4,3'-dimethyl-bicyclohexyl-3,3'-dien-2-one 1'-羟基-4,3'-二甲基-联二环己-3,3'-二烯-2-酮	C ₁₄ H ₂₀ O ₂	89	1435	—	1.62
38	2,3,7-trimethyl-Decane 2,3,7-三甲基-十一烷	C ₁₄ H ₃₀	92	1447	2.98	—
39	α -Caryophyllene α -石竹烯	C ₁₅ H ₂₄	97	1449	0.50	0.17
40	(E)-6,10-dimethyl-5,9-Undecadien-2-one (E)-6,10-二甲基-5,9-十一二烯-2-酮	C ₁₃ H ₂₂ O	99	1453	0.86	0.58
41	3-methyl-Tetradecane 3-甲基-十四烷	C ₁₄ H ₃₀	90	1467	0.64	—
42	(1 α ,4 α ,8 α)-7-methyl-4-methylene-1-(1-methylethyl)-1,2,3,4,4a,5,6,8a-octahydro-Naphthalene (1 α ,4 α ,8 α)-7-甲基-4-亚甲基-1-(1-甲基乙基)-1,2,3,4,4a,5,6,8a-八氢萘	C ₁₅ H ₂₄	91	1474	0.67	0.41
43	(Z)-7-Hexadecene (Z)-7-十六烯	C ₁₆ H ₃₂	89	1476	0.84	0.93
44	(E)-4-(2,6,6-trimethyl-1-cyclohexen-1-yl)-3-Buten-2-one α -紫罗兰酮	C ₁₃ H ₂₀ O	85	1485	1.64	0.87
45	(1S-cis)-1,2,3,5,6,8a-hexahydro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-Naphthalene (1S-cis)-4,7-二甲基-1-(1-甲基乙基)-1,2,3,5,6,8a-六氢萘	C ₁₅ H ₂₄	87	1486	1.26	0.80

46	Butylated Hydroxytoluene 2,6-二叔丁基对甲酚	C ₁₅ H ₂₄ O	99	1491	—	1.21
47	Pentadecane 十五烷	C ₁₅ H ₃₂	99	1500	14.07	7.52
48	α -Farnesene α -金合欢烯	C ₁₅ H ₂₄	94	1505	—	0.39
49	Tridecanal 十三醛	C ₁₃ H ₂₆ O	96	1508	—	0.51
50	(1 α ,4 α ,8 α)-7-methyl-4-methylene-1-(1-methylethyl)-,1,2,3,4,5,6,8a-octahydro-Naphthalene(1 α ,4 α ,8 α)-7-甲基-4-亚甲基-1-(1-甲基乙基)-1,2,3,4,5,6,8a-八氢萘	C ₁₅ H ₂₄	91	1510	0.66	0.38
51	3,5-bis(1,1-dimethylethyl)-4-hydroxy-2,4-Cyclohexadien-1-one3,5-二-(1,1-二甲基乙基)-4-羟基-2,4-环己二烯-1-酮	C ₁₅ H ₂₄ O ₂	89	1527	2.14	—
52	3,5-bis(1,1-dimethylethyl)-1,2-Benzenediol3,5-二-(1,1-二甲基乙基)-1,2-苯二酚	C ₁₄ H ₂₂ O ₂	89	1528	—	1.40
53	5,6,7,7a-tetrahydro-4,7a-trimethyl-2(4H)-Benzofuranone5,6,7,7a-四氢-4,7a-三甲基-2(4H)苯并呋喃酮	C ₁₁ H ₁₆ O ₂	91	1532	0.98	0.95
54	2,6,10-trimethyl-Tetradecane 2,6,10-三甲基-十四烷	C ₁₇ H ₃₆	97	1550	0.63	—
55	4-methyl-Pentadecane 4-甲基十五烷	C ₁₆ H ₃₄	98	1554	0.55	—
56	2-methyl-Pentadecane 2-甲基十五烷	C ₁₆ H ₃₄	95	1559	1.12	—
57	1,2,3-trimethoxy-5-(2-propenyl)-Benzene5-(2-丙烯基)-1,2,3-三甲氧基苯	C ₁₂ H ₁₆ O ₃	96	1560	—	0.60
58	(-)-Spathulenol (-)-匙叶桉油烯醇	C ₁₅ H ₂₄ O	90	1579	0.94	0.59
59	N-Acetyltyramine N-乙酰基酪胺	C ₁₀ H ₁₃ NO ₂	86	1597	—	—
60	Hexadecane 十六烷	C ₁₆ H ₃₄	99	1600	4.07	2.71
61	Tetradecanal 十四醛	C ₁₄ H ₂₈ O	98	1610	0.77	1.68
62	2,6-Bis(1,1-dimethylethyl)-4-(1-oxopropyl)phenol 2,6-二叔丁基-4-(1-氧代丙基)苯酚	C ₁₇ H ₂₈ O ₂	96	1629	—	6.99
63	2-methyl-8-propyl-Dodecane 2-甲基-8-丙基-十二烷	C ₁₆ H ₃₄	97	1645	1.55	—
64	2-methyl-Hexadecane 2-甲基十六烷	C ₁₇ H ₃₆	90	1664	0.32	—
65	2-diethylamino-1-phenyl-1-Propanone 二乙胺苯丙酮	C ₁₃ H ₁₉ NO	83	1665	—	1.91
66	(Z)-3-Heptadecene(Z)-3-十七烯	C ₁₇ H ₃₄	85	1672	—	1.00
67	Heptadecane 十七烷	C ₁₇ H ₃₆	90	1700	1.67	1.28
68	2,6,10,14-tetramethyl-Pentadecane 2,6,10,14-四甲基-十五烷	C ₁₉ H ₄₀	92	1706	1.30	0.55
69	heptadecyl-Oxirane 十七烷基环氧乙烷	C ₁₉ H ₃₈ O	97	1712	—	0.42
70	12-methyl-Tridecanoic acid methyl ester12-甲基十三酸甲酯	C ₁₅ H ₃₀ O ₂	89	1723	0.45	0.28
71	Tetradecanoic acid 肉豆蔻酸	C ₁₄ H ₂₈ O ₂	91	1781	1.78	2.13
72	Octadecane 十八烷	C ₁₈ H ₃₈	99	1800	0.44	0.59
73	2,6,10,14-tetramethyl-Hexadecane 2,6,10,14-四甲基-十六烷	C ₂₀ H ₄₂	89	1803	0.41	—

74	Hexadecanal 十六醛	$C_{16}H_{32}$	83	1814	—	0.83
75	6,10,14-trimethyl-2-Pentadecanone 6,10,14-三甲基-2-十五烷酮	$C_{18}H_{36}O$	90	1846	6.69	4.41
76	Diisobutyl phthalate 邻苯二甲酸二异丁酯	$C_{16}H_{22}O_4$	94	1869	0.34	0.34
77	4-octadecyl-Morpholine 4-十八基吗啉	$C_{22}H_{45}NO$	89	1878	—	2.41
78	Octadecanal 十八醛	$C_{18}H_{36}O$	90	1915	—	0.34
79	14-methyl-Pentadecanoic acid methyl ester 14-甲基十五烷酸甲酯	$C_{17}H_{34}O_2$	90	1922	0.30	0.22
80	n-Hexadecanoic acid 棕榈酸	$C_{16}H_{32}O_2$	92	1973	0.54	2.62
81	Docosane 二十二烷	$C_{22}H_{46}$	99	2200	0.57	0.47
82	(Z)-9-Tricosene (Z)-9-二十三烯	$C_{23}H_{46}$	92	2261	0.55	0.66
83	Tricosane 二十三烷	$C_{23}H_{48}$	99	2300	1.56	2.77
Total (%)					98.26	77.95
烃类化合物 (%)					41.04	21.73
含羰基化合物 (%)					29.23	26.46
萜类化合物 (%)					8.08	6.02
酯类化合物 (%)					8.11	2.12
酸类化合物 (%)					3.56	5.18

通过 GC-MS 分析,从连翘花蕾中分离出 65 个化学成分,鉴定了其中的 60 个(见表 1),已鉴定成分占总挥发性成分的 98.26%,其中含量较高的成分是:十五烷(14.07%)、6,10,14-三甲基-2-十五烷酮(6.69%)、5-乙氧基-3,4-二氢-2H-吡咯基-2-甲酸乙酯(5.62%)、壬醛(4.14%)和十六烷(4.07%)等。

从连翘花中分离出 103 个化学成分,鉴定了其中的 63 个成分(见表 1),已鉴定成分占总挥发性成分的 77.95%,其中含量较高的是:十五烷(7.52%)、2,6-二叔丁基-4-(1-氧代丙基)苯酚(6.99%)和 6,10,14-三甲基-2-十五烷酮(4.41%)等。

3.2 讨论

3.2.1 花蕾和花挥发性成分特点

从连翘花蕾和花中共鉴定了 83 个化合物,其中 40 个化合物是共有的。连翘花蕾的挥发性成分以

烃类(41.04%)为主,而连翘花的挥发性成分以醇、醛和酮类化合物(26.46%)为主;酯类化合物在花蕾中的含量为 8.11%,在花中下降到 2.12%,而酸类化合物则从 3.56% 上升到 5.18%;萜类化合物在花蕾和花中的含量相差不大。

酯类化合物的含量在连翘花蕾开放的过程中从 8.11% 下降到 2.12%,而酸类化合物从 3.56% 上升到 5.18%,这表明,酯类化合物在连翘花蕾开放的过程中,在植物体内酯水解酶的作用下,水解成了酸类成分。

3.2.2 与文献报道比较

本研究采用 SPME 技术检测到的连翘花的挥发性成分和文献报道有明显的区别,吕金顺^[7]等采用水蒸气蒸馏法提取连翘花挥发性成分时,发现连翘花精油的挥发性成分以烃类为主,占 49.84%,醛酮类占 12.68%;烃类化合物主要集中在二十三烷以上,而我们所检测到的连翘花挥发性成分以醛酮类

化合物为主, 烷烃主要集中在二十三烷以下。这可能与样品产地和样品前处理方法不同有关。

连翘传统以果实入药, 其挥发油具有治疗风热感冒、消炎等功效。采用水蒸气蒸馏法和质谱联用检测连翘果实的挥发油, 发现其药效成分是 β -蒎烯、香桉烯和 α -蒎烯, 三者含量高达70%~80%^[6]。而我们从连翘花中所检测到的单萜、倍半萜类化合物如: 桉油精、萜烯醇、 α -萜烯油烯、丁香酚和石竹烯等, 总含量仅为6.02%, 明显低于果实中的含量, 表明花中的有效成分较果实低。

我们采用SPME技术首次在连翘花中检测到了2,6-二叔丁基对甲酚(1.21%)和2,6-二叔丁基-4-(1-氧代丙基)苯酚(6.99%)。2,6-二叔丁基对甲酚俗称抗氧化剂264, 简称BHT, 广泛用于食品保鲜、药品和化妆品的包装材料上, 是目前用量最大, 使用范围最广的抗氧化剂。2,6-二叔丁基-4-(1-氧代丙基)苯酚和2,6-二叔丁基对甲酚结构相似, 具有抗氧化作用, 这两种物质的存在提示连翘花可能具有潜在的抗氧化活性。

参考文献

- Wang JM(王金梅), Xu QT(许启泰), Kang WY(康文艺). Research progress on chemical components and the pharmacology of *Forsythia suspense* (Thunb.) Vahl. *Natl Prod Res Dev*(天然产物研究与开发) 2007, 19: 153-157.
- Xu ZL(徐植灵), Pan JG(潘炯光), Ji L(吉力), et al. Studies on essential oils of *Forsythia suspense*. *Natl Prod Res Dev*(天然产物研究与开发) 1994, 6(1): 14-17.
- Kong J(孔杰), Yao J(姚健), Da WY(达文燕), et al. Studies on essential oils of *Forsythia suspense*. *J Northwest Normal Univ Nat Sci*(西北师范大学学报, 自科版) 2001, 37(4): 77-81.
- Hao XL(郝旭亮), Liu X(刘霞), Ni Y(倪艳), et al. GC-MS comparison of essential oil from *Forsythia suspense* extracted by two different methods. *Chin Tradit Patent Med*(中成药) 2002, 24: 534-536.
- Wu JF(武建芳), Lu X(路鑫), Tang WY(唐婉莹), et al. Comprehensive two-dimensional gas chromatography/ time-of-flight mass spectrometry for the analysis of *Forsythia suspense* volatile oil. *J Chin Nat Med*(中国天然药物) 2003, 1(3): 150-154.
- He XX(何新新), Wang YP(王伊鹏), Wu Z(吴忠), et al. Analysis of essential oils of *Forsythia suspense* from different area. *J Chin Med Mat*(中药材) 2000, 23: 397-398.
- Lv JS(吕金顺), Liu XY(刘晓英). Study on chemical constituents of essential oil of flowers of *Forsythia suspense* (Thunb.) Vahl. *J Chin Spe Lab*(光谱实验室) 2004, 21: 815-817.
- Wang JM(王金梅), Xu QT(许启泰), Kang WY(康文艺). The volatile oil from different parts of *Lonicera japonica* Thunb. *Fine Chem*(精细化工) 2008, 25: 1075-1078.
- Yang ZJ(杨祖金), Zhong L(钟理), et al. Study on the Technique of Ultrasonic Wave Extraction of Triterpene glucoside. *Chin Tradit Herb Drugs*(中草药) 2007, 30: 1019-1021.
- Zhu XY(朱晓韵), He CW(何超文). Application of microwave technique to extraction of Mogroside from fresh luohan-guo. *Guangxi • Light Ind*(广西轻工业) 2002, (2): 11-13.
- Li HB(黎海彬), Li L(李琳), Hu SQ(胡松青), et al. Study on microwave-assisted extraction of triterpene glucoside from *Siraitia grosvenorii*. *Food Sci*(食品科学) 2003, 24(2): 92-95.
- Liu YZ(刘延泽). Principle and practice of smashing tissue extraction and herbal blitzkrieg extractor. *Chin J Nat Med*(中国天然药物) 2007, 5: 406-408.
- Zhou Z(周湛), Liu YZ(刘延泽), Liu GL(刘改岚), et al. Studies on the smashing tissue extraction and purification process of the total saponins of the basal part of stem and beard from *Panax notoginseng*. *Mod Chin Med*(中国现代中药) 2009, 11: 34-36.
- Wang ZB(汪中博), Zhao YQ(赵余庆). Studies on the smashing tissue extraction process of the total saponins of *Centella Asiatica*. *Mod Chin Med*(中国现代中药) 2009, 11(2): 36-38.
- Lee CH. Intense sweetener from *Lo Han Kuo* (*Momordica grosvenorii*). *Experientia* 1975, 31: 533.
- Matsumoto K, Kasai R, Ohtani K, et al. Minor cucurbitane glycosides from fruits of *Siraitia grosvenorii* (*Cucurbitaceae*). *Chem Pharm Bull* 1990, 38: 2030.

(上接第564页)