

# 竹枝细柄草花序挥发油成分的 GC-MS 分析

杨虎彪<sup>1</sup>, 李晓霞<sup>2</sup>, 虞道耿<sup>1</sup>, 罗丽娟<sup>3</sup>, 刘国道<sup>1\*</sup>

(1. 中国热带农业科学院热带作物品种资源研究所, 海南 儋州 571737; 2. 中国热带农业科学院环境与植物保护研究所, 海南 儋州 571737; 3. 海南大学园林园艺学院, 海南 儋州 571737)

**摘要:** 采用常压水蒸气蒸馏法提取竹枝细柄草(*Capillipedium assimile* (Steud.) A. Camus)花序的挥发油, 经 GC-MS 分析, 从花序挥发油中鉴定出 45 种化合物, 占总油量的 93.24%。其中含量较高的为 4-十一烷酮(18.520%)、(E)-己酸-2-己烯酯(8.042%)、4-壬醇(7.778%)、4-十一醇(7.265%)、乙酸庚酯(6.787%)。

**关键词:** 竹枝细柄草; 花序; 挥发油; GC-MS

中图分类号: Q946

文献标识码: A

文章编号: 1005-3395(2011)04-0347-04

doi: 10.3969/j.issn.1005-3395.2011.04.011

## GC-MS Analysis of the Volatile Oil from Inflorescence of *Capillipedium assimile* (Steud.) A. Camus

YANG Hu-biao<sup>1</sup>, LI Xiao-xia<sup>2</sup>, YU Dao-geng<sup>1</sup>, LUO Li-juan<sup>3</sup>, LIU Guo-dao<sup>1\*</sup>

(1. Tropical Crops Genetic Resources Institute, Chinese Academy of Tropical Agricultural Science, Danzhou 571737, China;

2. Environment and Plant Protection Institute, Chinese Academy of Tropical Agricultural Science, Danzhou 571737, China;

3. College of Horticulture & Garden Architecture, Hainan University, Danzhou 571737, China)

**Abstract:** The volatile oils were extracted from inflorescences of *Capillipedium assimile* (Steud.) A. Camus by means of the steam distillation. Forty-five compounds were identified from the oils by GC-MS analysis, accounting for 93.24% of the total volatile oils. The main constituents were 4-undecanone (18.52%), (E)-2-hexenyl hexanoate (8.042%), 4-nonanol (7.778%), 4-undecanol (7.265%), and heptyl hexanoate (6.787%), etc.

**Key words:** *Capillipedium assimile*; Inflorescence; Volatile oil; GS-MS

竹枝细柄草(*Capillipedium assimile* (Steud.) A. Camus)为禾本科(Poaceae)细柄草属植物,喜温热,在中国资源分布十分广泛,尤以热带、亚热带地区分布繁多。该植物为多年生,亚灌木状草本,秆高 1.8~3.5 m,多分枝,植株叶量较大,具有较高的饲用价值,喜生于中等湿润环境,但也较耐旱、耐阴,常生长于山坡林缘、竹林边缘、灌丛下、草丛中等环境<sup>[1]</sup>。

随着草业研究深入,对牧草的深层利用越来越受到重视,提倡综合利用禾草以提高其附加产值也成为当今草业研究的重要课题之一。早在 20 世纪

从禾本科植物中的香茅(*Cymbopogon citrates* (DC.) Stapf)、香根草(*Vetiveria zizanioides* (Linn.) Nash)等就开发出了精油产品,用途广泛;而白茅(*Imperata koenigii* (Retz.) Beauv)、芦苇(*Phragmites communis* Trin)等的根茎则被用作大宗中药材<sup>[2-3]</sup>。竹枝细柄草植株的分蘖枝多,抽穗量大,其花序含有挥发性成分。目前, Umar 等对细柄草属植物细柄草(*Capillipedium parviflorum* (R. Br.) Stapf)挥发油进行了初步研究<sup>[4]</sup>,而对同属于该属的竹枝细柄草挥发油化学成分的研究未见报道。本文应用 GC-MS 联用技术对竹枝细柄草的挥发油进行了成分分析,

收稿日期: 2010-11-01

接受日期: 2011-02-23

基金项目: 中央级公益性行业(农业)科研专项基金(nyhyzx07-022)资助

作者简介: 杨虎彪, 男, 硕士。研究方向为热带牧草种质资源的开发及利用, email: yanghubiao@163.com

\* 通讯作者 Corresponding author, email: liuguodao@scuta.edu.cn

为其精油开发或药用价值研究提供科学依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 植物材料

竹枝细柄草(*Capillipedium assimile* (Steud.) A. Camus)花序于2010年5月采集于中国热带农业科学院热带作物品种资源研究所牧草种质圃,经刘国道研究员鉴定为禾本科细柄草属植物竹枝细柄草,凭证标本(ZZXBC20100501)现存于中国热带农业科学院热带作物品种资源研究所。

### 1.2 仪器

仪器为美国惠普公司的毛细管气相色谱-质谱联用仪(HP6890/HP5973 GC-MS联用仪)。

### 1.3 方法

**挥发油的提取** 取新鲜的竹枝细柄草花序184.0 g,按《中华人民共和国药典》2005年版第一部附录<sup>[5]</sup>中挥发油的测定方法,用水蒸气蒸馏法得到淡黄色油状物,经无水硫酸钠干燥后得竹枝细柄草挥发油0.154 g,得率为0.084%。将所得油样,进行GC-MS分析。

**气相色谱条件** 色谱柱为HP-5MS 5% Phenyl Methyl Siloxane (30 m×0.25 mm×0.25 μm)弹性石英毛细管柱,柱温50℃(保留2 min),以5℃ min<sup>-1</sup>升温至300℃(保持15 min);汽化室温度250℃;载气为高纯He(99.999%);柱前压7.62 psi,载气流量1.0 mL min<sup>-1</sup>;进样量1 μL;分流比为20:1。

**质谱测定条件** 离子源为EI源;离子源温度230℃;四极杆温度150℃;电子能量70 eV;发射电流346 μA;倍增器电压1071 V;接口温度280℃;质量范围10~550 amu。

**数据处理及质谱检索** 通过HPMSD化学工作站,结合NIST2005标准质谱图库和WILEY275质谱图库进行鉴定,采用色谱峰面积归一化法计算相对含量。

## 2 结果和分析

对竹枝细柄草花序挥发油进行GC-MS分析,通过HPMSD化学工作站,结合NIST05质谱图库和WILEY275质谱图库进行检索,共鉴定出45种化合物,其主要为酮类、脂类和醇类化合物组成,结果见表1。

由表1可见,从竹枝细柄草花序挥发性成分中鉴定了45种化合物,占总量的93.24%。45种化合物中相对含量最高的为4-十一烷酮(18.52%),相对含量在1%~10%之间的有(E)-己酸-2-己烯酯(8.042%)、4-壬醇(7.778%)、4-十一醇(7.265%)、乙酸庚酯(6.787%)、1-(2-羟基-4,6-二甲氧基苯丙酮)-乙酮(5.528%)、4-三癸酮(5.075%)、7-甲基-4-乙酸辛酯(4.756%)、T-杜松醇(3.917%)、(Z)-金合欢醇(3.417%)、3,7,11-三甲基-6,10-十二碳二烯醛-1-醇(3.174%)、β-石竹烯(2.681%)、2-羟基壬酸甲酯(2.706%)、D-橙花醇(1.462%)、异丁酸癸酯(1.144%),以上15个化合物占总油量的82.25%,其余30个化合物的相对含量较低,只占总油量的10.99%。

表1 竹枝细柄草挥发油的成分及含量

Table 1 Constituents and contents of volatile oils from *C. assimile*

编号 No.	保留时间 Retention time (min)	化合物 Compound	分子式 Molecular formula	分子量 Molecular weight	相对含量 Relative content (%)
1	10.52	正辛醛 Octanal	C <sub>8</sub> H <sub>16</sub> O	128	0.036
2	12.66	4-壬酮 4-Nonanone	C <sub>9</sub> H <sub>18</sub> O	142	0.746
3	13.20	4-壬醇 4-Nonanol	C <sub>9</sub> H <sub>20</sub> O	144	7.778
4	13.51	L-芳樟醇 L-Linalool	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O	154	0.232
5	13.61	壬醛 Nonanal	C <sub>9</sub> H <sub>18</sub> O	142	0.070
6	15.00	己酸异丁酯 Isobutyl caproate	C <sub>10</sub> H <sub>20</sub> O <sub>2</sub>	172	0.034
7	16.20	丁酸己酯 Hexyl butanoate	C <sub>10</sub> H <sub>20</sub> O <sub>2</sub>	172	0.137
8	16.29	(E)-2-己烯酯 (E)-2-Hexenyl butyrate	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O <sub>2</sub>	170	0.396
9	16.36	辛酸乙酯 Ethyl caprylate	C <sub>10</sub> H <sub>20</sub> O <sub>2</sub>	172	0.078

续表(Continued)

编号 No.	保留时间 Retention time (min)	化合物 Compound	分子式 Molecular formula	分子量 Molecular weight	相对含量 Relative content (%)
10	16.62	7-甲基-4-乙酸辛酯 7-methyl-4-octyl acetate	C <sub>11</sub> H <sub>22</sub> O <sub>2</sub>	186	4.756
11	16.77	乙酸辛酯 Octyl acetate	C <sub>10</sub> H <sub>20</sub> O <sub>2</sub>	172	0.445
12	18.56	4-十一烷酮 4-Undecanone	C <sub>11</sub> H <sub>22</sub> O	170	18.520
13	19.01	4-十一醇 4-Undecanol	C <sub>11</sub> H <sub>24</sub> O	172	7.265
14	20.52	丁酸辛酯 Octyl butyrate	C <sub>12</sub> H <sub>24</sub> O <sub>2</sub>	200	0.150
15	21.46	乙酸香叶酯 Geranyl acetate	C <sub>12</sub> H <sub>20</sub> O <sub>2</sub>	196	0.269
16	21.54	己酸乙酯 Hexyl hexoate	C <sub>12</sub> H <sub>24</sub> O <sub>2</sub>	200	0.854
17	21.63	(E)-己酸-2-己烯酯 (E)-2-Hexenyl hexanoate	C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>2</sub>	198	8.042
18	21.81	β-榄香烯 β-Elemene	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	0.107
19	22.14	乙酸癸酯 Decyl acetate	C <sub>12</sub> H <sub>24</sub> O <sub>2</sub>	200	1.322
20	22.57	β-石竹烯 β-Caryophyllene	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	2.681
21	22.90	(E)-β-香柠檬烯 (E)-β-Bergamotene	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	0.097
22	23.24	香叶基丙酮 Geranyl acetone	C <sub>13</sub> H <sub>22</sub> O	194	0.051
23	23.43	律草烯 α-Humulene	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	0.457
24	23.80	4-三癸酮 4-Tridecanone	C <sub>13</sub> H <sub>26</sub> O	198	5.075
25	24.19	3-甲基-2-丁烯辛酸乙酯 Octanoic acid, 3-methylbut-2-enyl ester	C <sub>13</sub> H <sub>24</sub> O <sub>2</sub>	212	0.449
26	24.90	γ-杜松烯 γ-Cadinene	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	0.144
27	25.09	δ-杜松烯 δ-Cadinene	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub>	204	0.142
28	25.72	2-羟基壬酸甲酯 Methyl 2-ketnonanoate	C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O <sub>3</sub>	186	2.708
29	25.85	丁酸香叶酯 Geranyl butyrate	C <sub>14</sub> H <sub>24</sub> O <sub>2</sub>	224	0.213
30	25.98	D-橙花醇 D-Nerolidol	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	222	1.462
31	26.39	乙酸庚酯 Heptyl hexanoate	C <sub>13</sub> H <sub>26</sub> O <sub>2</sub>	214	6.787
32	26.50	异丁酸癸酯 Decyl isobutyrate	C <sub>14</sub> H <sub>28</sub> O <sub>2</sub>	228	1.144
33	26.58	石竹烯氧化物 Caryophyllene oxide	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	220	0.746
34	26.79	Veridiflorol	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	222	0.194
35	27.88	T-杜松醇 T-Cadinol	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	222	3.917
36	28.19	T-依兰醇 T-Muurolol	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	222	0.539
37	28.54	1-(2-羟基-4,6-二甲氧基苯丙酮)-乙酮 Ethanone,1-(2-hydroxy-4,6-dimethoxyphenyl)-	C <sub>10</sub> H <sub>12</sub> O <sub>4</sub>	196	5.528
38	28.86	3,7,11-三甲基-6,10-十二碳二烯醇-1-醇 6,10-Dodecadien-1-ol, 3,7,11-trimethyl-	C <sub>15</sub> H <sub>28</sub> O	224	3.174
39	29.42	(E,E)-金合欢醛 (E,E)-Farnesal	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	220	0.402
40	29.55	(Z)-金合欢醇 (Z)-Farnesol	C <sub>15</sub> H <sub>26</sub> O	222	3.417
41	30.01	(Z,E)-金合欢醛 (Z,E)-Farnesal	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	220	0.630
42	30.20	丙酸叶醇酯 Geranyl propionate	C <sub>15</sub> H <sub>24</sub> O	220	0.087
43	30.77	己酸癸酯 Hexanoic acid, decyl ester	C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>	256	0.893
44	32.04	乙酸法呢醇酯 Farnesyl acetate	C <sub>17</sub> H <sub>28</sub> O <sub>2</sub>	264	0.846
45	34.41	棕榈酸 Palmitic acid	C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>	256	0.220

### 3 讨论

挥发油在植物资源开发与利用方面具有较高价值,尤其在药用、食品添加剂利用、精油开发方面潜力更大。在传统中草药利用中挥发油这类化合物是重要的活性成分,具有发散解表、芳香开窍、清热解毒、解暑祛秽、杀虫抗菌等作用。如莎草科(Cyperaceae)植物香附(*Cyperus rotundus* L.)具有行气解郁、调经止痛之功效<sup>[5]</sup>。竹枝细柄草为禾本科植物,在热带、亚热带地区资源广泛,早在 20 世纪就有学者对该科部分植物的挥发性成分进行了大量研究,并在药用领域发挥着重要的作用,如对香茅、香根草和白羊草(*Bothriochloa ischaemum*)挥发油化学成分研究的报道及开发利用。香茅油具有祛风通络、温中止痛、止泻的作用,主要成分为柠檬醛、香叶烯、香茅醛、香叶醇及月桂烯<sup>[6-7]</sup>;香根油为香精和化妆品的重要原料,其主要含岩兰草醇、缬草烯、萜烯、烯炔等化合物<sup>[8]</sup>;李兰芳等对白羊草挥发油化学成分研究中发现其主要成分为苯甲酸、乙醛、甲酸甲酯等化合物<sup>[9]</sup>。本研究以竹枝细柄草花序为材料分析了其花序中的挥发油成分,以探求该植物的新用途,共分离到 45 种化合物,占总油量的 93.24%,其主要化合物为 4-十一烷酮、(E)-己酸-2-己烯酯、4-壬醇、4-十一醇、乙酸庚酯等。Umar 等在 2004 年报道了细柄草地上部的挥发性成分,分离到 31 种化合物,主要由 4-十一烷酮(24.4%)、4-壬醇(45.5%)、4-壬酮(7.1%)、4-十一醇(11.1%)、4-三癸酮(1.6%)、 $\gamma$ -衣兰油烯(1.3%)所组成,共占到总油量的 95.5%,该植物与竹枝细柄草为同属植物,它们的共

同特点是两者挥发性成分主要都是酮类、醇类化合物<sup>[4]</sup>。本研究结果丰富了细柄草属植物挥发性成分的报道,并为竹枝细柄草资源的精油开发、利用提供科学依据。

### 参考文献

- [1] 陈焕镛. 海南植物志 第 4 卷[M]. 北京: 科学出版社, 1964: 474-475.
- [2] He Y Y(和颖颖), Ding A W(丁安伟), Chen P D(陈佩东), et al. Study on historical changes of preparation of *Rhizoma imperatae* [J]. Chin Pharmac(中国药业), 2008, 17(18): 58-58.(in Chinese)
- [3] Luo F(骆昉), Li N(李娜), Cao G D(曹桂东), et al. Isolation and identification of liposoluble components from the root of *Phragmites communis* Trin. [J]. J Shenyang Pharm Univ(沈阳药科大学学报), 2009, 26(6): 441-443.(in Chinese)
- [4] Umar M, Vijay K, Ruchi A. Volatile constituents of *Capillipedium parviflorum* [J]. Phytochemistry, 2004, 65: 2163-2166.
- [5] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典一部[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005: 1-182.
- [6] Zhang R(张荣), Su Z W(苏中武), Li C H(李承祜). The components of essential oil from *Cymbopogon khasianus* (Heck.) Stapf ex Bor [J]. J Plant Res Environ(植物资源与环境), 1992, 1(3): 58-59.(in Chinese).
- [7] Dong X M(董晓敏), Liu B M(刘布鸣), Lin X(林霄), et al. GC-MS analysis of chemical components of essential oil from *Cymbopogon citrates* (DC.) Stapf in Guangxi [J]. Guangxi Sci(广西科学), 2009, 16(3): 302-304.(in Chinese)
- [8] Huang J H(黄京华), Li H S(黎华寿), Yang J(杨军), et al. Chemical components of *Vetiveria zizanioides* volatiles [J]. Chin J Appl Ecol(应用生态学报), 2004, 15(1): 170-172.(in Chinese)
- [9] Li L F(李兰芳), Zhang K(张魁), Zhang J(张杰), et al. GC-MS analysis of volatile constituents from *Bothriochloa ischaemum* (L.) Keng [J]. J Chin Med Mat(中药材), 2000, 23(11): 689-690.(in Chinese)