

DOI: 10.11931/guihaia.gxzw201509027

吴颖瑞, 龙启发, 蒋小华, 等. SPME-GC/MS 联用分析六堡茶茶花香气成分 [J]. 广西植物, 2016, 36(11):1389-1395

WU YR, LONG QF, JIANG XH, et al. HS-SPME/GC-MS analysis of the aroma components from flower buds of Liubao tea plant [J]. Guihaia, 2016, 36(11):1389-1395

SPME-GC/MS 联用分析六堡茶茶花香气成分

吴颖瑞^{1*}, 龙启发², 蒋小华¹, 高丽梅¹, 龚庆芳¹, 苏孔武², 岑 铭³

(1. 广西植物功能物质研究与利用重点实验室, 广西壮族自治区 广西植物研究所, 广西 桂林 541006; 2. 广西桂林茶叶科学研究所, 广西 桂林 541002; 3. 广西壮族自治区梧州市苍梧县林业局, 广西 梧州 543100)

摘 要: 该研究采用顶空固相微萃取-气相色谱/质谱联用技术, 对六堡本地三种茶树花的香气成分进行了分析。结果表明: 大叶种茶树花中共鉴定出香气成分 37 种, 主要为苯乙酮、4-甲基-1,5-庚二烯、苯甲酸甲酯、愈创木二烯、顺式芳樟醇氧化物、雪松烯、水杨酸甲酯、D-杜松烯、1-氨基-环戊醇、除虫菊酮, 占总相对含量的 89.48%; 中叶种共鉴定出 32 种成分, 主要为苯乙酮、紫苏烯、顺式-3-萜烯、顺式 α -榄香烯、苯甲酸乙酯、塞瑟尔烯、 α -蒎烯、新丁香三环烯、衣兰烯、顺式芳樟醇氧化物, 占总相对含量的 83.88%; 小叶种的茶树花中共鉴定出 45 种香气成分, 主要为苯乙酮、紫苏烯、罗勒烯、顺式 α -榄香烯、2-异丙基-5-甲基-9-亚甲基-二环[4.4.0]癸-1-烯、萜澄茄油烯醇、 α -萹蒲二烯、 α -红没药烯、衣兰烯、苯甲酸乙酯、白菖油萜和 α -杜松烯, 占总相对含量的 82.34%。苯乙酮为三种茶树花共有的主要成分, 分别占总相对含量的 60.70%、42.46% 和 39.91%, 这成分与其他成分一起构成了 3 个品种明显不同的茶树花花香。该研究结果为六堡茶树花的深加工提供了依据。

关键词: 顶空固相微萃取-气相色谱-质谱联用技术, 茶树花, 香气成分, 六堡

中图分类号: Q946 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2016)11-1389-07

HS-SPME/GC-MS analysis of the aroma components from flower buds of Liubao tea plant

WU Ying-Rui^{1*}, LONG Qi-Fa², JIANG Xiao-Hua¹, GAO Li-Mei¹,
GONG Qing-Fang¹, SU Kong-Wu², CEN Ming³

(1. Guangxi Key Laboratory of Functional Phytochemicals Research and Utilization, Guangxi Institute of Botany, Guangxi Zhuang Autonomous Region and Chinese Academy of Sciences, Guilin 541006, Guangxi, China; 2. Guilin Institute of Tea Sciences, Guilin 541004, Guangxi, China; 3. Cangwu Forestry Bureau, Wuzhou 543100, Guangxi, China)

Abstract: The tea plant flowers of indigenous species in Liubao, Guangxi were characteristic with long florescence, high yield and rich fragrance, but its chemical composition has not been reported for the development and utilization of flower resource. The aroma components in flower buds of three kinds of tea plants, Dayezhong, Zhongyeyzhong and Xiaoyezhong were analyzed by HS-SPME/GC-MS. The relative contents of the chemical constituents were determined by area normalization method. Totally 37, 32 and 45 aroma compounds were identified from Dayezhong, Zhongyeyzhong and Xiaoyezhong.

收稿日期: 2015-12-29 修回日期: 2016-04-16

基金项目: 广西科技攻关计划项目(桂科攻 1355010-13); 广西植物研究所基本业务费项目(GXIB, CAS, 13003); 广西植物功能物质开发与利用重点实验室主任基金(2012-4, 2015-4) [Supported by the Key Science and Technology Program of Guangxi, China (1355010-13); the Fundamental Research Program Mechanism of Guangxi Institute of Botany (GXIB, CAS, 13003); the Guangxi Key Laboratory of Functional Photochemical Research and Utilization (2012-4, 2015-4)]。

作者简介: 吴颖瑞(1966-), 男, 广西平南县人, 博士, 研究员, 主要从事植物活性物质的应用基础研究, (E-mail) wynui@yahoo.com。

*通讯作者

gin Liubaowhich accounted for 99.75 %, 99.02% and 99.45% of the total aroma components, respectively. The main constituents in the Dayezhong were Acetophenone, 4-Methyl-1,5-Heptadiene, Benzoic acid, methyl ester, Guaia-3,9-diene, *cis*-Linaloloxide, Cedarene, Methyl salicylate, *d*-Cadinene, 1-amino-Cyclopentanemethanol, In the Zhongyeyzhong were Acetophenone, Perillene, (1*S*)-(+) -3-Carene, (+)- α -Elemene, Benzoic acid ethyl ester, Seychellene, α -Copaene, Neoclovene, Ylangene, *cis*-Linaloloxide and acetophenone, Perillene, Ocimene, (+)- α -Elemene, 2-isopropyl-5-methyl-9-methylene-(+)- α -Elemene Bicyclo[4.4.0]dec-1-ene, Cubenol, α -Acoradiene, α -Bisabolene, Ylangene, Benzoic acid ethyl ester in the Xiaoyezhong. Acetophenone was the characteristic compounds among the three kinds of tea plants which constituted their unique aroma along with other components. The study provides scientific support for exploitation and utilization of flowers buds of the tea plants.

Key words: HS-SPME/GC-MS, tea plant flowers, aroma components of flower buds, Liubao

六堡茶因其原产于广西梧州苍梧市县六堡镇而得名,是以地理名称命名的历史名茶,与湖南茯砖茶、云南普洱茶,同属发酵黑茶,其产制工艺历史达1 500 多年,曾经是广西大宗的出口商品。六堡茶独特的内在品质与六堡独特的气候、生态地理环境、人文历史文化以及特殊的生产加工工艺密切相关。六堡原料茶,种植面积广,但关于六堡茶原料的研究,多关注芽叶,茶树花被当“废物”丢弃。六堡本地茶树花的花期长,花香浓郁、清新独特,产花量大,具有很高的营养价值和经济价值,但对六堡茶树花的研究较少,影响了六堡茶茶树花的开发和利用。

茶树花的成分不仅与鲜叶相似,而且除含有咖啡因与儿茶素等活性物质外,还富含蛋白质、类黄酮、茶多糖、维生素 B₂ 和茶皂素等多种有益成分 (Yang et al, 2007; Lin et al, 2003),具有降糖、减肥、降血脂 (王娟等, 2014; 凌泽杰等, 2011)、免疫调节和抗肿瘤的作用 (韩铨等, 2015)。茶树花香油可调配各种香精香料,经加工成的花茶,兼有鲜花和茶叶的香气。本研究采用顶空固相微萃取法 (head space solid phase micro-extraction, HS-SPME) 和 GC-MS 技术相结合,研究了广西苍梧六堡的 3 个本地茶树鲜花的香气成分,以期开发与利用广西六堡茶茶花资源提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 仪器与试剂

气相色谱-质谱-计算机联用仪 7890A/5975C (Agilent 公司, 美国), 手动 SPME 进样器, PDMS/DVB 萃取头 (65 μ m, Supelco 公司, 美国), HP-5MS 弹性石英毛细管柱 (30 m $\times$ 0.25 mm $\times$ 0.25 μ m, Agilent 公司, 美国)。

1.2 实验材料

茶树花采自梧州市苍梧县六堡镇,采摘制备六堡黑茶使用的大叶种、中叶种和小叶种茶树初展开的新鲜花朵。样品采集后,加冰袋保存运输,样品由广西桂林茶叶科学研究所苏孔武研究员鉴定为茶树 (*Camellia sinensis*) 六堡本地种中的大叶种、中叶种和小叶种茶树的花。本研究关于六堡茶 3 个品种的特征,主要根据当地茶园的群体种茶树形态特征的差别进行区分。(1) 叶片:主叶脉长度,大叶种为 (10.76 $\pm$ 1.44) cm,中叶种 (7.21 $\pm$ 0.69) cm,小叶种 (4.76 $\pm$ 0.81) cm。(2) 树形:大叶种为小乔木或半乔木,主干明显,树势直立,叶姿呈水平或半上斜着生,叶面平展稍内折,锯齿粗;中叶种为半乔木或灌木,树形开张,叶片呈半上斜着生,叶面稍内卷,叶片稍钝,锯齿浅、细;小叶种为灌木,开张或半开张,叶片呈上斜着生,叶面内卷,叶片狭长锯齿细密。

1.3 实验条件

1.3.1 顶空固相微萃取法 (HS-SPME) 提取香气成分 称取 80 g 茶花,放入自制的 100 mL 顶空瓶中,顶部预留约 2 cm 的空间,加盖密封,在 80 $^{\circ}$ C 水浴中平衡 0.5 h 后,插入 PDMS/DVB 萃取头 (使用前先老化 1 h) 顶空萃取 1.5 h,随即插入色谱仪进样口中,于 250 $^{\circ}$ C 解吸附 5 min,进行 GC-MS 检测分。

1.3.2 GC-MS 分析 GC 条件: HP-5MS 弹性石英毛细管柱进样口温度为 250 $^{\circ}$ C、ECD 检测器温度为 250 $^{\circ}$ C;载气为纯度 >99.999% 氦气,流速 1 mL $\cdot$ min⁻¹;大叶中和中叶种起始柱温 40 $^{\circ}$ C,先保持 5 min,然后以 5 $^{\circ}$ C $\cdot$ min⁻¹ 升至 115 $^{\circ}$ C,再以 3 $^{\circ}$ C $\cdot$ min⁻¹ 升至 130 $^{\circ}$ C,保持 5 min,再以 10 $^{\circ}$ C $\cdot$ min⁻¹ 升至 230 $^{\circ}$ C,保持 20 min;小叶种先起始柱温 50 $^{\circ}$ C,然后以 4 $^{\circ}$ C $\cdot$ min⁻¹ 升至 180 $^{\circ}$ C,再以 10 $^{\circ}$ C $\cdot$ min⁻¹ 升至 200 $^{\circ}$ C,进样不分流。

MS 条件: EI 离子源, 离子源温度 230 ℃, 电子能量 70 eV, 发射电流 34.6 μ A, 四极杆温度 150 ℃, 转接口温度 280 ℃, 电子倍增器电压 350 V, 质量扫描范围为 35~400 amu。

1.3.3 香气组成定性和定量方法 香气经 GC-MS 分析各组分质谱数据利用 NIST2012 库检索定性, 峰面积利用归一化法定量。

2 结果与分析

利用 HS-SPME/GC-MS 方法, 通过吸附和解析技术, 富集茶树花的挥发性成分, 通过分析 GC-MS 总离子流图, 对照标准图谱库, 用峰面积归一化方法计算 3 个六堡本地种茶树花香气的主要化学成分和组成(表 1)。表 1 结果表明, 六堡本地 3 个品种的茶花中主要检出了烯类、酮类、醇和酯类成分。

从表 1 可以看出, 大叶种茶树花中共鉴定出香气成分 37 种, 烯烃 19 个, 占 52%, 主要成分为苯乙酮、4-甲基-1,5-庚二烯, 苯甲酸甲酯、愈创木二烯、顺式芳樟醇氧化物、雪松烯、水杨酸甲酯、*D*-杜松烯、1-氨基-环戊醇、除虫菊酮, 相对含量分别为 60.70%、12.68%、4.41%、2.2%、2.51%、1.55%、1.54%、1.44%、1.16% 和 0.97%, 占总相对含量的 89.48%。

从表 1 还可以看出, 中叶种茶树花中共鉴定出 32 种成分, 烯烃类检出 21 个, 占检出成分的 68%, 主要成分为苯乙酮、紫苏烯、顺式-3-萜烯、顺式 α -榄香烯、苯甲酸乙酯、塞瑟尔烯、 α -蒎烯、新丁香三环烯、衣兰烯、顺式芳樟醇氧化物, 相对含量分别为 42.66%、9.42%、8.67%、6.61%、4.22%、3.25%、3.18%、2.09%、1.90%、1.84%。

小叶种茶树花中共鉴定出 45 种香气成分, 烯烃类成分占检出成分的 64%, 主要成分为苯乙酮、紫苏烯、罗勒烯、顺式 α -榄香烯、2-异丙基-5-甲基-9-亚甲基-二环[4.4.0]癸-1-烯, 萆澄茄油烯醇、 α -菖蒲二烯、 α -红没药烯、衣兰烯、苯甲酸乙酯、白菖油萜和 α -杜松烯, 相对含量分别为 39.91%、12.17%、12.16%、5.60%、3.02%、2.80%、1.80%、1.77%、1.62%、1.48%, 占总相对含量的 82.34%(表 1)。

一般而言, 不同地域的茶树花精油含量和各种香气成分的含量有明显差异, 但主体香型不因品种而改变, 相对茶叶具有更稳定的遗传特性。六堡本地种的 3 个品种茶树花主要分为脂类、烯类、酮类和醇类, 其中大叶种中醇类 52.78%、烯烃 11.11%、酮

类 11.11%、酯类 8.33%; 中叶种中醇类 9.68%、烯烃 67.74%、酮类 9.68%、酯类 6.45%; 小叶种中醇类 11.11%、烯烃 64.44%、酮类 8.89%、酯类 6.67%。苯乙酮、反式菊醛、喜马偕-2,4-二烯、萆澄茄油烯醇、*D*-大根香叶烯、苦香树二烯、顺式 α -榄香烯、雪松烯、*D*-杜松烯、反式马兜铃烯为 3 个品种的共有成分, 其中苯乙酮含量较高, 相对含量分别为 60.70%、42% 和 39%(表 1)。而苯乙酮、芳樟醇氧化物、烯烃和酯类等是茶叶与茶树花共有的呈香物质, 茶树花香气主要以芳香酮类、芳香醇类、萜烯醇类和脂肪醇类为主, 苯乙酮和苯乙醇的含量在 50% 以上(王丽丽, 2008)。3 个品种茶树花的香气成分种类与茶叶、茶树花香气种类基本一致(Choi et al, 2009; 王丽丽, 2008; 窦宏亮等, 2007; 苗爱清, 2010)。茶树花精油中主要芳香物质以酚类为主, 酸类次之, 这可能与所采取的研究方法有关。与游小清等(1990)和王丽丽(2008)的研究结果比较, 本研究六堡本地 3 个茶花品种未检出苯乙醇和橙花酮, 是否与茶树花产地的地理、气候等因素有关, 还有待于进一步研究。

3 讨论与结论

六堡茶的茶树花挥发性成分具有很明显的地方特征。茶树花样品中部分挥发性物质不仅相对含量高、香气阈值低, 而且还具有独特的香型, 对茶树花香气有明显的贡献。如苯乙酮具有强烈的山楂香味和甜香, 芳樟醇具有铃兰香味, 反式芳樟醇氧化物具有强烈的甜香、木香和花香, 2-庚醇具有柠檬香味和清香, 苯甲酸甲酯具有浓郁的冬青油和尤加利油香气(傅丽亚等, 2015), 但本研究六堡的茶树花中未检测出苯乙醇和橙花酮, 这是与其他地域茶花区别较大的地方, 但苯乙酮含量较高, 芳樟醇氧化物、烯烃和酯类等相对含量各不相同, 次要成分和微量成分种类与相对含量差异较明显。根据茶树花成分的特点, 运用 CO_2 超临界萃取等技术提取的精油, 可以较为完整地保留六堡茶树花的香味物质, 可开发成具有不同香型的天然香水、香精。

六堡茶的茶树花与其他品种不同地域茶树花的内在品质具有明显特征, 虽然不同品种茶树花的化学成分与茶叶基本相同, 但不同地域的茶树花成分的差异, 对茶树花的品质的影响较大。以广西区内的茶树福云 6 号、金萱、金观音、六堡茶、凌云白毛茶、桂平西山茶等 20 个品种做成的干茶花, 开汤评

表 1 六堡茶茶树花化学成分 GC-MS 结果

Table 1 Aroma components from flower buds of Liubao tea plant

化合物 Compound	分子式 Molecular formula	相对含量 Relative content (%)		
		大叶种 Dayezhong	中叶种 Zhongyezhong	小叶种 Xiaoyezhong
反式- 7,8-二脱氢-3-甲氧基-17-甲基-6-亚甲基吗啡喃 (-)-7,8-didehydro-3-methoxy-17-methyl-6-methylene-Morphinan	C ₁₉ H ₂₃ NO	0.271	—	—
3-羟基-4,5-(R)- 二甲基-2(5H)- 呋喃酮 3-Hydroxy-4,5(R)-dimethyl-2(5H)-furanone	C ₆ H ₈ O ₃	—	—	0.033
β-反式罗勒烯 β-trans-Ocimene	C ₁₀ H ₁₆	0.214	—	0.087
1-氨基-环戊醇 1-amino-Cyclopentanemethanol	C ₆ H ₁₃ NO	1.629	—	—
月桂烯 Myrcene	C ₁₀ H ₁₆	—	—	0.135
8-亚甲基-二环[5.1.0] 辛烷 8-methylene-Bicyclo[5.1.0]octane	C ₉ H ₁₄	—	—	0.209
β-松油醇 β-Terpinene	C ₁₀ H ₁₆	—	—	0.233
水杨酸甲酯 Methyl salicylate	C ₈ H ₈ O ₃	—	—	0.404
苯乙酮 Acetophenone	C ₈ H ₈ O	60.696	46.662	39.906
(苄氧基)-肟-环己酮 4-(benzoyloxy)-, oxime4-Cyclohexanone	C ₁₃ H ₁₅ NO ₃	—	—	1.210
顺式芳樟醇氧化物 cis-Linaloloxide	C ₁₀ H ₁₈ O ₂	2.510	1.836	—
顺式-3- 蒎烯 (1S)-(+)-3-Carene	C ₁₀ H ₁₆	—	8.676	—
1,4-二甲基-1-环己烯 1,4-Dimethyl-1-cyclohexene	C ₈ H ₁₄	—	0.754	—
紫苏烯 Perillene	C ₁₀ H ₁₄ O	—	9.428	12.172
罗勒烯 Ocimene	C ₁₀ H ₁₆	—	—	12.157
反式-柠檬烯 (-)-Limonene	C ₁₀ H ₁₆	—	—	0.622
苯甲酸甲酯 Benzoic acid methyl ester	C ₈ H ₈ O ₂	4.411	—	—
苯甲酸乙酯 Benzoic acid ethyl ester	C ₉ H ₁₀ O ₂	—	4.220	1.479
异丙氧基苯甲酸甲酯 3-3-Isopropoxybenzoic acid methyl ester	C ₁₁ H ₁₄ O ₃	—	—	0.409
1,4-二甲基-1-环己烯 1,4-Dimethyl-1-cyclohexene	C ₈ H ₁₄	0.712	—	—
4-甲基-1,5-庚二烯 4-Methyl-1,5-Heptadiene	C ₈ H ₁₄	12.685	—	—
金合欢烯 Farnesene	C ₁₅ H ₂₄	0.414	—	—
4-(苄氧基)-环己酮 4-(benzoyloxy)-Cyclohexanone	C ₁₃ H ₁₄ O ₃	0.193	—	—
2,4-二-叔丁基苯甲酸苯酯 2,4-Ditert-butylphenyl benzoate	C ₂₁ H ₂₆ O ₂	0.068	—	—
水杨酸甲酯 Methyl salicylate	C ₈ H ₈ O ₃	1.538	0.580	—

续表1

化合物 Compound	分子式 Molecular formula	相对含量 Relative content (%)		
		大叶种 Dayezhong	中叶种 Zhongyezhong	小叶种 Xiaoyezhong
1,5,5-三甲基-6-(丙-2-烯-1-亚基)环己烷 1,5,5-trimethyl-6-(2-propenyldiene)-Cyclohexene	C ₁₂ H ₁₈	0.304	—	0.279
四甲基山奈酚 TetramethylKaempferol	C ₁₉ H ₁₈ O ₆	—	0.172	—
2,5,6-三甲基-1,3,6-三烯 2,5,6-trimethyl-1,3,6-Heptatriene	C ₁₀ H ₁₆	—	0.391	—
2-异丙基-5-甲基-9-亚甲基-二环[4.4.0]癸-1-烯 2-isopropyl-5-methyl-9-methylene-Bicyclo[4.4.0]dec-1-ene	C ₁₅ H ₂₄	0.154	—	3.028
β-顺金合欢烯 β-cis-Farnesene	C ₁₅ H ₂₄	0.186	—	—
α-萜澄茄油萜 α-Cubebene	C ₁₅ H ₂₄	0.611	1.237	—
法尼烯 α-Farneseneα	C ₁₅ H ₂₄	—	—	0.090
除虫菊酮 Pyrethrene	C ₁₁ H ₁₄ O	0.974	1.279	0.175
雪松烯 Cedarene	C ₁₅ H ₂₄	1.551	—	—
α-蒎烯 α-Copaene	C ₁₅ H ₂₄	—	3.188	0.387
反式菊醛 trans-Chrysanthemal	C ₁₀ H ₁₆ O	0.758	1.441	1.370
反式-外延二环倍半水芹烯 (+)-Epi-bicyclosquiphellandrene	C ₁₅ H ₂₄	0.339	0.567	—
5,7-二乙基-5,6-辛二烯-3-炔 5,7-diethyl-5,6-Decadien-3-yne	C ₁₄ H ₂₂	0.156	0.541	—
羟基-1,7-二甲基-4-异丙基-2,7-环癸二烯 1-Hydroxy-1,7-dimethyl-4-isopropyl-2,7-cyclodecadiene1	C ₁₅ H ₂₆ O	—	—	0.131
新丁香三环烯 Neoclovene	C ₁₅ H ₂₄	0.889	2.942	—
喜马偕-2,4-二烯 Himachala-2,4-diene	C ₁₅ H ₂₄	0.256	0.374	0.283
衣兰烯 Ylangene	C ₁₅ H ₂₄	—	1.905	0.270
薰衣草三烯 Santolinatriene	C ₁₀ H ₁₆	—	—	0.381
萜澄茄油烯醇 Cubenol	C ₁₅ H ₂₆ O	0.679	1.258	2.802
d-大根香叶烯 d-Germacrene D-大根香叶烯	C ₁₅ H ₂₄	0.256	0.389	0.408
苦香树二烯 Cascarilla Diene	C ₁₅ H ₂₄	0.131	0.329	0.684
茅苍术醇 Hinesol	C ₁₅ H ₂₆ O	0.391	—	0.316
绿叶烯 Patchoulene	C ₁₅ H ₂₄	—	0.636	—
雄甾-3,5-二烯-7-酮 Androsta-3,5-dien-7-one	C ₁₉ H ₂₆ O	0.177	0.244	—
α-菖蒲二烯 α-Acoradiene	C ₁₅ H ₂₄	—	—	1.797
蠕虫大根香叶烯 Helminthogermacrene	C ₁₅ H ₂₄	—	—	1.066

续表1

化合物 Compound	分子式 Molecular formula	相对含量 Relative content (%)		
		大叶种 Dayezhong	中叶种 Zhongyeyzhong	小叶种 Xiaoyezhong
顺式 β -愈创木二烯 cis- β -Guaiene	C ₁₅ H ₂₄	2.517	—	0.116
沉香螺旋萜醇 Agarospirol	C ₁₅ H ₂₆ O	—	—	0.120
萆澄茄油萜 α -Cubebene α -	C ₁₅ H ₂₄	—	—	1.275
萆澄茄油烯醇 Cubenol	C ₁₅ H ₂₆ O	—	—	2.802
顺式 α -榄香烯 (+)- α -Elemene	C ₁₅ H ₂₄	0.170	6.614	5.602
雪松烯 Cedrene	C ₁₅ H ₂₄	1.254	1.254	0.358
α -衣兰油烯 α -muurolene	C ₁₅ H ₂₄	—	—	0.366
<i>d</i> -杜松烯 <i>d</i> -Cadinene	C ₁₅ H ₂₄	1.435	0.375	0.244
白菖烯 Aristolene	C ₁₅ H ₂₄	—	—	0.705
α -红没药烯 α -Bisabolene	C ₁₅ H ₂₄	—	0.454	1.770
反式马兜铃烯 (-)-Aristolene	C ₁₅ H ₂₄	0.675	1.647	1.250
反式-异洒剔烯	C ₁₅ H ₂₄	0.598	—	—
α -杜松烯 α -Cadinene	C ₁₅ H ₂₄	—	0.375	1.445
柏木稀 Cedrene	C ₁₅ H ₂₄	0.566	—	—
巴伦西亚橘烯 Valencen	C ₁₅ H ₂₄	0.598	—	—
塞瑟尔烯 Seychellene	C ₁₅ H ₂₄	—	3.254	—
白菖油萜 Calarene	C ₁₅ H ₂₄	—	—	0.317
反式- <i>g</i> -杜松烯 (-)- <i>g</i> -Cadinene	C ₁₅ H ₂₄	—	1.634	1.475
柏木烯醇 8-Cedren-13-ol	C ₁₅ H ₂₄ O	—	—	0.336
反式 α -杜松烯 (-)- α -Cadinene	C ₁₅ H ₂₄	—	0.569	0.475
顺式- α -长叶蒎烯 (+)- α -Longipinene	C ₁₅ H ₂₄	0.201	—	—

定后发现,以六堡茶(原产于广西梧州市苍梧县六堡乡的地方群体种茶树)茶树花加工成的干花,品质最好,感观评分最高,具有花蜜香浓,愉悦,滋味甜醇的品质特点(谭少波等,2014)。茶花不同的香气成分含量的差异表现出各自独特的花香与活性,如水杨酸甲酯味甜而辣,具有清除自由基的活性(马建华,2006),苯乙酮类的化合物具有调节血脂的作用(于振鹏等,2013),茶树花的萃取物具有的降血

脂及抗氧化活性(王娟等,2014)。六堡本地的3个品种茶树花香气差异明显,利用这些特点可以加工成不同香型的茶树花干花产品、茶树花花粉,也可以利用茶叶和茶树鲜花进行拼和、窖制,使茶叶吸收花香而制成的不同香型红茶或绿茶,或通过加工,利用茶树花的萃取物制成保健品。

六堡当地独特的地理环境使茶树花具有明显香气特征和内在品质,充分利用茶树花资源,开发不同

类型的茶树花产品,可以提高茶树的附加价值和六堡茶的品牌价值,随着对茶树花的不断研究和开发利用,茶树花将逐渐被人们所关注,茶树花含有的茶多酚、茶皂素、咖啡碱、维生素和茶皂素等多种活性功能成分的开发利用将迎来广阔的前景,对开发六堡茶的品牌价值、广西茶产业发展具有重要意义。

参考文献:

- CHOI, JY, JEON BB, SEO HJ, 2009. Perfume composition for expressing the fragrance of green tea flower [P]. Republic of Korea.
- FU LY, LUO LY, MA MJ, et al, 2015. Principal components and cluster analysis of volatile component in different stages and cultivars of tea flowers[J]. Food Sci, 3: 1-10. [傅丽亚, 罗理勇, 马梦, 等, 2015. 不同品种和花期茶树花挥发性物质的主成分和聚类分析[J]. 食品科学, 3: 1-10.]
- HAN Q, LIN ZJ, HE PM, et al, 2010. Immunomodulatory and antitumor activity of polysaccharide isolated from tea plant flower [J]. Prog Biochem Biophys, 37(6): 46-653. [韩铨, 凌泽杰, 何普明, 等, 2010. 茶树花多糖免疫调节与抗肿瘤活性的研究[J]. 生物化学与生物物理进展, 37(6): 646-653.]
- HUANG AG, DONG RJ, WEI H, 2007. Identification and analysis of major bioactive compounds in tea flower [J]. Food Sci, 28: 400-403. [黄阿根, 董瑞建, 韦红, 2007. 茶树花活性成分的分析与鉴定[J]. 食品科学, 28: 400-403.]
- ISBRUCKER RA, EDWARDS JA, WOLZ E, et al, 2006. Safety studies on epigallocatechin gallate (EGCG) preparations. Part 3: Teratogenicity and reproductive toxicity studies in rats [J]. Food Chem Toxicol, 44: 651-661.
- LI B, TU RY, XU JY, 2009. Study on teratogenicity of tea flower in rat [J]. J Tea, 35(2): 87-90. [李博, 屠幼英, 徐纪英, 2009. 茶树花对大鼠致畸作用的研究[J]. 茶叶, 35(2): 87-90.]
- LIN ZJ, XIONG CY, HAN Q, et al, 2011. Study on preventive effect of tea plant flower on obesity and hyperlipidemia of rats [J]. J Chin Inst Food Sci, 11(7): 50-54. [凌泽杰, 熊昌云, 韩铨, 等, 2011. 茶树花对大鼠肥胖病和高血脂症预防作用研究[J]. 中国食品学报, 11(7): 50-54.]
- LIN YS, WU SS, LIN JK, et al, 2003. Determination of tea polyphenols and caffeine in tea flowers (*Camellia sinensis*) and their hydroxyl radical scavenging and nitric oxide suppressing effects [J]. J Agr Food Chem, 51(4): 975-80.
- MA JH, 2006. Study on the scavenger activities of methyl salicylate against hydroxyl radical [J]. Chemistry, 3(3): 228-230. [马建华, 2006. 水杨酸甲酯清除羟基自由基活性的研究[J]. 化学通报, 3(3): 228-230.]
- NEHLIG A, DEBRYB G. 1994. Potential teratogenic and neurodevelopmental consequences of coffee and caffeine exposure: A review on human and animal data [J]. Neur Toxicol Teratol, 16(6): 531-543.
- WANG J, YU R, HUANG HH, 2014. Reducing blood lipid and antioxidant activities of tea flower extracts [J]. Sci Technol Food In, 35(5): 79-82. [王娟, 余锐, 黄惠华, 2014. 茶树花萃取物降血脂及抗氧化性能研究[J]. 食品工业科技, 35(5): 79-82.]
- WANG LL, 2008. Study on aroma compounds of *Camellia sinensis* flower [D]. Hangzhou: Zhejiang Gong Shang University. [王丽丽, 2008. 茶 (*Camellia sinensis*) 树花香气成分研究[D]. 杭州: 浙江工商大学.]
- YOSHIKAWA M, MORIKAWA T, YAMAMOTO K, et al, 2005. Florathesaponins A-C, acylated oleanane-type triterpene oligoglycosides with antihyperlipidemic activities from flowers of the tea plant (*tea sinensis*) [J]. J Nat Prod, 68: 1360-1365.
- YANG Z, XU Y, JIE G, et al, 2007. Study on the antioxidant activity of tea flowers (*tea sinensis*) [J]. Asia Pac J Clin Nutr, 16: 148-152.
- YANG ZY, JIE GL, HE PM, et al, 2007. Study on the antioxidant activity of tea flowers (*Camellia sinensis*) [J]. Asia Pac J Clin Nutr, 16: 148-152.
- YU ZP, ZHANG Z, LIU S, et al, 2013. Synthesis and effects on lipid regulation of 1-(4-hydroxyphenyl) ethanone derivatives [J]. Chin J Med Chem, 23(4): 271-274. [于振鹏, 张琪, 刘石, 等, 2013. 对羟基苯乙酮衍生物的合成及其调节血脂活性研究[J]. 中国药物化学杂志, 23(4): 271-274.]
- ZHANG HC, LI HY, DONG J, et al, 2007. Research on antioxidation of enzymatic hydrolysate from camellia pollen [J]. Food Sci, 28(8): 58-61. [张红城, 李慧岩, 董捷, 等, 2007. 茶花粉蛋白酶解物抗氧化性的研究[J]. 食品科学, 28(8): 58-61.]
- in seedling seed orchard of *Pinus massoniana* [J]. Sci Silv Sin, 45(6): 22-26.
- ZHANG Y, CHU DY, JIN GQ, et al, 2009. Molecular characterization of elite genotypes within a first generation breeding population of *Pinus massoniana* using ISSR [J]. For Res, 22(6): 772-778. [张一, 储德裕, 金国庆, 等, 2009. 马尾松 1 代育种群体遗传多样性的 ISSR 分析 [J]. 林业科学研究, 22(6): 772-778.]
- ZHANG Y, WEI ZM, XI ML, et al, 2006. Efficient plant regeneration *in vitro* in *Pinus massoniana* L [J]. J Mol Cell Biol, 39(3): 271-276. [张宇, 卫志明, 席梦利, 等, 2006. 马尾松高效再生体系的建立 [J]. 分子细胞生物学报, 39(3): 271-276.]
- ZHENG RH, LIU F, OUYANG L, et al, 2006. Study on the establishment technologies for the 2nd generation clonal seed orchard of Masson pine [J]. J Fujian For Sci Technol, 33(4): 1-12. [郑仁华, 刘芳, 欧阳磊, 等, 2006. 马尾松第二代无性系种子园营建技术试验研究 [J]. 福建林业科技, 33(4): 1-12.]
- ZHOU ZX, 2001. Chinese masson pine [M]. Beijing: Chinese Forestry Press: 1-5. [周政贤, 2001. 中国马尾松 [M]. 北京: 中国林业出版社: 1-5.]
- ZHU BF, CHEN DX, CHEN YL, et al, 2007. Study on the genetic diversity of seed orchard of *Pinus massoniana* in Guangdong Province [J]. J Fujian For Sci Technol, 34(3): 1-5. [朱必凤, 陈德学, 陈虞禄, 等, 2007. 广东韶关马尾松种子园遗传多样性分析 [J]. 福建林业科技, 34(3): 1-5.]

(上接第 1281 页 Continue from page 1281)