

6种凤凰单丛茶香气成分的研究

杨启财¹, 黄文洁², 赖宣¹ (1. 广东济公保健食品有限公司, 广东潮安 515638; 2. 韩山师范学院外语系, 广东潮州 521041)

摘要 [目的]分析6种凤凰单丛茶的香气成分组成。[方法]以凤凰高山茶蜜兰香、芝兰香、夜来香、黄枝香、玉兰香和杏仁香单丛茶成茶为试材,运用水蒸气蒸馏法提取,气相色谱质谱(GC-MS)法分析其香气组分。[结果]6种香型单丛茶的香气主要成分分别为蜜兰香单丛是芳樟醇、二氢芳樟醇、二十四烷、3,7-二甲基-1-溴-2,6-辛二烯、顺(反)- α , α -5-三甲基-5-乙烯基四氢化-2-咪喃甲醇;芝兰香单丛是咪唑、丁位壬内酯、芳樟醇、二十四烷、二十八烷;夜来香单丛是丁位壬内酯、2,6,10,15-四甲基十七烷、二十四烷、正十七烷基环己烷、植物醇;黄枝香单丛是对二甲苯、芳樟醇、二氢芳樟醇、3-十三烷基环己烷、正十七烷基环己烷、1-二十一烷基环戊烷;玉兰香单丛是芳樟醇、二氢芳樟醇、丁位壬内酯、咖啡因、邻二甲苯;杏仁香单丛是芳樟醇、香叶醇、咪唑、丁位壬内酯、咖啡因。[结论]从6种香型单丛茶的香气主要成分数据可知,各单丛香型均具有自身的独特性。

关键词 凤凰单丛;香气成分;组分分析

中图分类号 S571.1;TS272 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2016)34-0032-03

Aroma Components of Six Kinds of FengHuang Dancong Tea

YANG Qi-cai¹, HUANG Wen-jie², LAI Xuan¹ (1. Guangdong Jigong Health Food Co., Ltd, Chaoan, Guangdong 515638; 2. Department of Foreign Languages, Hanshan Normal University, Chaozhou, Guangdong 521041)

Abstract [Objective] To analyze the aroma components of six kinds of FengHuang Dancong tea. [Method] With Dancong teas of Milan fragrance, Zhilan fragrance, Yelai fragrance, Huangzhi fragrance, Yulan fragrance and Xingren fragrance were used as the test materials. Steam distillation method was used for extraction. And aroma components were analyzed by GC-MS method. [Result] The major aroma components of six kinds of FengHuang Dancong tea were as follows: Milan fragrance Dancong were linalool, dihydrolinalool, tetracosane, 1-bromo-3,7-dimethyl-2,6-octadiene, cis and trans-a, a, 5-trimethyl-5-ethenyltetrahydro-2-furanmethanol. And Zhilan fragrance Dancong were indole, γ -nonalactone, linalool, tetracosane and octacosane; Yelai fragrance Dancong was γ -nonalactone, 2,6,10,15-tetramethylheptadecane, tetracosane, n-heptadecylcyclohexane and phytol; Huangzhi fragrance was p-xylene, linalool, dihydrolinalool, 3-cyclohexyltridecane, n-heptadecylcyclohexane and hencicosylcyclopentane; Yulan fragrance Dancong was linalool, dihydrolinalool, γ -nonalactone, caffeine, o-xylene; Xingren fragrance Dancong was linalool, geraniol, indole, γ -nonalactone and caffeine. [Conclusion] Aroma components of six kinds of FengHuang Dancong tea show that each Dancong aroma has its own unique characters.

Key words FengHuang Dancong; Aroma components; Component analysis

凤凰单丛茶是粤东乌龙茶之极品,其品质特点是具有异香异味。异香:天然自然花香,悠长清雅;异味:浓醇鲜爽,回甘持久,有特殊山韵“蜜”味;汤色黄艳澄碧,极耐冲泡,十几泡,甚至二、三十泡而色香味犹存^[1]。具有凤凰单丛茶品质特点的单株才能认定为凤凰单丛,需单株栽培,单株采摘,单独制造,单独投售。

在潮州,凤凰单丛已有900年历史,现如今投产的古茶树有“宋种古单丛”、“凤凰八仙单丛”等。1949年后,凤凰单丛又培育出多种带有天然花香、果香的品种,如桂花香、蜜兰香、芝兰香、玉兰香、米兰香、黄桅香、杏仁香、肉桂香、柚子香、茉莉花香等^[2]。

由于乌龙茶香气的种类比其他茶叶更丰富,其香型是茶叶品质的重要特征。在国内有关凤凰单丛香气成分的研究报道较少,仅在20世纪八九十年代戴素贤等^[3-6]曾对凤凰单丛做过系统研究。由于茶叶的种植、加工技术随现代科学技术的发展不断地进步,对于同一品种的茶其香味成分也会随时间的变迁有所不同,近年来陈丹生等^[7]、严赞开等^[8]对凤凰单丛的香气成分开展了新一轮的调查。笔者研究了蜜兰香、芝兰香、夜来香、黄枝香、玉兰香和杏仁香6种高山凤凰单丛的香气成分,以期对凤凰单丛生产加工、品质鉴定提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料 以潮州凤凰山高山茶为试材,所用蜜兰香、芝兰香、夜来香、黄枝香、玉兰香和杏仁香凤凰单丛茶成茶,样品于2011年4月采自潮州市凤凰山(海拔950~1250 m,属于高山优秀茶区)。主要仪器为日本岛津公司GCMS-QP5050A气相色谱-质谱联用仪。

1.2 样品处理 乌龙茶制作按照传统凤凰单丛制法:采样后晒青20 min左右,接着晾青60 min,浪青10~12 h,前后共碰青6~7次;140~160℃杀青锅中杀青至柔软,机械揉捻至条状,然后80~90℃毛火烘15 min,再用50~60℃足火烘3~4 h。成茶干样用隔气聚丙烯茶叶袋密封,贮藏于10℃冷库中待用,进行茶叶香气组成的研究。

1.3 挥发油的成分分析 称取茶叶样品若干,用水蒸气蒸馏60 min,再用二氯甲烷萃取3次(15 mL×3),合并萃取液,冷冻真空干燥,将制备的挥发油置于棕色密封瓶中,于4℃下保存备用。

色谱条件:HP-5MS毛细管柱(0.25 mm×30 m, 0.25 μ m),分流比50:1,进样量0.2 μ L,进样温度250℃,四极杆温度150℃,载气He,流量1.2 mL/min。程序升温:60℃(3 min)→250℃(0.5 min)→280℃(3 min)。

质谱条件:电子轰击(EI)离子源,离子源温度250℃,电子能量70 eV,质量范围34~500 u,用NIST147谱库检索加以确认,采用面积归一化法定量。

作者简介 杨启财(1963-),男,广东潮州人,工程师,从事食品生产加工与研发。

收稿日期 2016-10-12

2 结果与分析

6 种凤凰单丛经 SDE 法提取香气,气相色谱-质谱(GC-MS)分析,共检测出 57 种香气主要成分;其中蜜兰香 17 种,芝兰香 27 种,夜来香 19 种,黄枝香 13 种,玉兰香 32 种,杏仁香 23 种,见表 1。

蜜兰香单丛香气的主要成分:芳樟醇 16.35%、二氢芳樟醇 18.18%、二十四烷 10.91%、3,7-二甲基-1-溴-2,6-辛二烯 5.35%、顺(反)- α,α -5-三甲基-5-乙烯基四氢化-2-呋喃甲醇 8.18%。其中芳樟醇、二氢芳樟醇是构成蜜兰香单丛的核心成分;3,7-二甲基-1-溴-2,6-辛二烯、顺(反)- α,α -5-三甲基-5-乙烯基四氢化-2-呋喃甲醇为新检出的成分。

芝兰香单丛香气的主要成分:二十四烷 14.65%、二十八烷 13.34%、丁位壬内酯 11.62%、吡啶 10.92%、芳樟醇 4.1%。其中丁位壬内酯、吡啶是构成芝兰香单丛香气的核心成分。

夜来香单丛香气的主要成分:二十四烷 23.20%、丁位壬内酯 17.81%、2,6,10,15-四甲基十七烷 9.41%、正十七烷基环己烷 4.29%、植物醇 4.26%。其中丁位壬内酯则是构成夜来香单丛的核心成分。

黄枝香单丛香气的主要成分:3-十三烷基环己烷 14.87%、1-二十一烷基环戊烷 13.15%、对二甲苯 9.75%、芳樟醇 4.0%、二氢芳樟醇 4.86%、正十七烷基环己烷 5.18%。其中对二甲苯、芳樟醇、二氢芳樟醇则是构成黄枝香单丛香气的核心成分。

玉兰香单丛香气的主要成分:芳樟醇 7.27%、二氢芳樟醇 4.61%、丁位壬内酯 7.51%、咖啡因 17.31%、邻二甲苯 9.67%。其中芳樟醇、二氢芳樟醇、丁位壬内酯为玉兰香的核心成分。

杏仁香单丛香气的主要成分:芳樟醇 10.88%、香叶醇 4.32%、吡啶 4.65%、丁位壬内酯 7.69%、咖啡因 29.21%。其中芳樟醇、香叶醇、吡啶、丁位壬内酯为杏仁香的核心成分。

表 1 6 种凤凰单丛香气成分分析
Table 1 Analysis of aroma components of six kinds of FengHuang Dancong tea

序号 No.	化合物名称 Compound name	含量 Content					
		蜜兰香 Milan fragrance	芝兰香 Zhilan fragrance	夜来香 Yelai fragrance	黄枝香 Huangzhi fragrance	玉兰香 Yulan fragrance	杏仁香 Xingren fragrance
1	4-甲基-3-戊烯-2-酮(3-penten-2-one)	0.74	—	—	—	—	—
2	1-乙基吡咯(1-ethyl-pyrrole)	0.56	—	—	—	—	—
3	乙苯(ethylbenzene)	—	—	—	2.98	3.40	—
4	邻二甲苯(o-xylene)	0.97	—	1.33	—	9.67	—
5	间二甲苯(1,3-dimethylBenzene)	—	—	—	—	0.50	—
6	对二甲苯(p-xylene)	—	—	—	9.75	—	—
7	1-乙基-2-吡咯甲醛(1-ethyl-1H-pyrrole-2-carboxaldehyde)	—	—	—	—	1.33	—
8	(R)-(+) - 柠檬烯[(+)-limonene]	—	—	0.57	1.24	—	0.52
9	γ -己内酯(γ -hexalactone)	0.60	0.73	—	—	1.17	—
10	2-乙酰基吡咯(2-Acetyl pyrrole)	—	—	—	—	0.72	—
11	反- α,α -5-三甲基-5-乙烯基四氢化-2-呋喃甲醇(trans-a, a, 5-trimethyl-5-ethenyltetrahydro-2-furanmethanol)	4.35	0.60	0.51	—	1.45	0.67
12	顺- α,α -5-三甲基-5-乙烯基四氢化-2-呋喃甲醇(cis-a, a, 5-trimethyl-5-ethenyltetrahydro-2-furanmethanol)	3.83	1.76	0.41	—	1.00	1.52
13	芳樟醇(linalool)	16.35	4.10	2.13	4.00	7.27	10.88
14	二氢芳樟醇(dihydrolinalool)	18.18	1.91	2.70	4.86	4.61	3.27
15	2-甲基-4-甲氧基苯胺(2-Methyl-4-methoxybenzamine)	—	—	—	—	0.35	—
16	2-苯基乙醇(phenylethyl alcohol)	0.35	0.49	—	—	—	—
17	苯乙腈(benzyl nitrile)	—	2.36	0.70	—	—	1.42
18	2,2,6-三甲基-6-乙烯基四氢-2H-呋喃-3-醇(2,2,6-trimethyl-6-vinyltetrahydropyran-3-ol)	2.49	2.49	0.60	1.32	2.35	1.48
19	2,5-二甲基-1-丙基-1H-吡咯(2,5-dimethyl-1-propylpyrrole)	—	—	—	—	0.46	—
20	2,6-二甲基-3,7-辛二烯-2,6-二醇(2,6-dimethyl-3,7-octadiene-2,6-diol)	—	—	0.48	—	—	—
21	α -松油醇(α -terpineol)	2.58	0.51	—	0.66	1.11	2.00
22	橙花醇(nerol)	0.47	1.15	—	1.30	1.27	0.56
23	香叶醇(geraniol)	—	—	—	—	—	4.32
24	3,7-二甲基-1-溴-2,6-辛二烯(1-bromo-3,7-dimethyl-2,6-octadiene)	5.35	—	—	—	—	—
25	吡啶(indole)	1.16	10.92	2.29	3.68	—	4.65
26	苯甲酸苯酯(2-phenylethyl ester benzoic acid)	—	—	—	—	1.07	—
27	顺茉莉酮(jasmone)	1.15	1.35	—	—	1.97	2.01
28	(Z)- β -紫罗酮[(E)-beta-ionone]	—	—	—	—	0.87	—
29	丁位辛内酯(5-hydroxyoctanoic acid lactone)	1.93	—	—	2.60	—	—

接下表

续表 1

序号 No.	化合物名称 Compound name	含量 Content					
		蜜兰香 Milan fragrance	芝兰香 Zhilan fragrance	夜来香 Yelai fragrance	黄枝香 Huangzhi fragrance	玉兰香 Yulan fragrance	杏仁香 Xingren fragrance
30	丁位壬内酯(γ -nonalactone)	—	11.62	17.81	—	7.51	7.69
31	橙花叔醇(nerolidol)	—	1.92	—	—	—	0.85
32	反-橙花叔醇(trans-nerolidol)	—	—	0.48	—	1.26	—
33	二氢猕猴桃内酯 dihydroactinolide)	—	—	—	—	1.24	—
34	(6E)-3,7,11-三甲基十二碳-1,6,10-三烯-3-醇[(E)-3,7,11-trimethyl-1,6,10-dodecatrien-3-ol]	—	—	1.47	—	—	—
35	{(1S,2S)-3-氧代-2-[(2E)-戊烯基]环戊基}乙酸甲酯(methyl [(1S,2S)-3-oxo-2-[(2E)-pent-2-en-1-yl]cyclopentyl]acetate)	—	1.21	—	—	0.35	0.98
36	咖啡因(caffeine)	—	2.66	0.97	—	17.31	29.21
37	2,6,10-三甲基十二烷(2,6,10-trimethyldodecane)	—	—	—	—	—	0.54
38	十五烷(n-pentadecane)	—	0.56	—	—	—	—
39	十六烷(hexadecane)	—	1.29	—	—	4.28	—
40	2,6,10,14-四甲基十五烷(2,6,10,14-tetramethylpentadecane)	—	0.68	—	—	0.94	—
41	2,6,10,14-四甲基十六烷(2,6,10,14-tetramethylhexadecane)	—	1.74	—	—	1.63	1.07
42	2,6,11,15-四甲基十六烷(2,6,11,15-tetramethylhexadecane)	—	0.60	—	—	1.80	—
43	2,6,10,15-四甲基十七烷(2,6,10,15-tetramethylheptadecane)	—	2.91	9.41	—	0.30	7.02
44	正十九烷(nonadecane)	—	2.97	—	—	4.24	8.24
45	二十烷(eicosane)	—	—	—	—	1.36	—
46	二十烷(eicosane)	—	1.92	—	—	—	—
47	二十二烷(docosane)	—	—	—	—	7.41	—
48	1-二十烷醇(1-eicosanol)	—	—	—	—	5.85	—
49	3-十三烷基环己烷(3-cyclohexyltridecane)	—	—	—	14.87	—	—
50	4-环己基十三烷[(1-propyldecyl)cyclohexane]	—	1.42	—	—	—	—
51	二十四烷(tetracosane)	10.91	14.65	23.20	—	—	0.35
52	二十八烷(octacosane)	—	13.34	—	—	—	2.39
53	正十七烷基环己烷(n-heptadecylcyclohexane)	—	—	4.29	5.18	—	—
54	5-甲基-5-乙基二十四烷(5-ethyl-5-methyltetracosane)	—	—	3.51	—	—	—
55	1-二十一烷基环戊烷(henicosylcyclopentane)	—	—	—	13.15	—	—
56	豆甾烷[(20R)-stigmastane]	—	—	—	—	—	1.29
57	植物醇(phytol)	—	—	4.26	—	—	—

注:“—”表示未检出。

Note:“—”indicated not detected.

从6种茶叶的香气成分组成可见,彼此间存在一定的联系,但又各自有自身的特点,特别是香气的核心成分存在较大的差异,形成了特有的香型、独特的品质。

由于茶叶香气主要来源于2个方面:①鲜叶固有的香气,这部分所占比例较少。②加工过程中产生的香气,这是香气的主要部分。而加工中影响香气成分的又有2个主要部分,一部分是鲜叶经发酵,生化过程(水解、降解、化合等)产生的香气;而另一部分是茶叶后处理时热化学反应产生的香气。因此,影响茶叶香气的主要因素是加工工艺,然而凤凰茶加工多以小规模私营企业为主,这样即便是同一个品名,其香气成分也存在着一定差异。同时,研究中采用的香气提取方法不同,以及测试方法差异也会对检出茶叶香气成分造成影响。

3 结论

该试验研究了蜜兰香、芝兰香、夜来香、黄枝香、玉兰香和杏仁香6种高山凤凰单丛的香气成分,其香气主要成分如下:蜜兰香单丛是芳樟醇、二氢芳樟醇、二十四烷、3,7-二甲基-1-溴-2,6-辛二烯、顺(反)- α,α -5-三甲基-5-

乙烷基四氢化-2-呋喃甲醇;芝兰香单丛是吡啶、丁位壬内酯、芳樟醇、二十四烷、二十八烷;夜来香单丛是丁位壬内酯、2,6,10,15-四甲基十七烷、二十四烷、正十七烷基环己烷、植物醇;黄枝香单丛是对二甲苯、芳樟醇、二氢芳樟醇、3-十三烷基环己烷、正十七烷基环己烷、1-二十一烷基环戊烷;玉兰香单丛是芳樟醇、二氢芳樟醇、丁位壬内酯、咖啡因、邻二甲苯;杏仁香单丛是芳樟醇、香叶醇、吡啶、丁位壬内酯、咖啡因。从这些茶叶的香气主要成分看,它们都具有各自的特色。

该研究测出的6种茶叶香气成分对比文献,虽有许多主要成分相同,但仍有一部分主要成分不一致,并且也存在同一茶叶品名所含相同的香气成分丰度不一样。尽管小规模加工能让茶叶的香气呈现出多样性,但也折射出凤凰茶加工缺乏统一标准,因此走大规模加工途径,制定凤凰茶加工标准将是凤凰单丛的发展趋势。

参考文献

- [1] 邱陶瑞,黄瑞光.关于凤凰单丛茶树资源的探讨[J].广东茶业,2001(4):14-19.

2.3 食盐添加量对面条品质的影响 挂面加工中,食盐作为添加剂,在和面时适量加入,可以帮助收敛面筋组织,并增强湿面筋的弹性和延伸性,有助于改善面团性能,可以有效减少断条率;同时,还可以起到调节风味的作用。

从表 5 可见,食盐的添加量对面条品质的影响比较明

显。在添加量为 1 g 时,面条稍软,咬劲和弹性均较差,鲜味较淡;添加量超过 2 g 后,硬度适中,口感转好,且开始具有鲜味;在添加量为 3 和 4 g 时,面条状态最好,且鲜味较浓,其中食盐添加量为 3 g 时的面条拥有最高的感官评分 82 分;添加量为 5 g 时,面条变硬,鲜味转淡。

表 5 食盐添加量对面条品质的影响

Table 5 Influence of different quantity of salt on noodle quality

食盐添加量 Quantity of salt g	色泽 Colour and lustre	表面状态 Surface state	适口性 Palatability	韧性 Tenacity	黏性 Viscosity	光滑性 Smoothness	食味 Taste	评分 Score//分
1	浅褐色	表面细密光滑	稍软	咬劲差、弹性差	较爽口、稍黏牙	光滑	鲜味稍差	76
2	浅褐色	表面细密光滑	适中	有咬劲、弹性差	爽口、稍黏牙	光滑	具有鲜味	79
3	浅褐色	表面细密光滑	适中	有咬劲、有弹性	爽口、不黏牙	光滑	鲜味较浓	82
4	浅褐色	表面细密光滑	适中	有咬劲、有弹性	爽口、不黏牙	较光滑	鲜味较浓	80
5	浅褐色	表面细密光滑	稍硬	有咬劲、有弹性	爽口、不黏牙	较光滑	具有鲜味	79

2.4 正交试验结果 从表 6 可以看出,各因素对面条品质影响大小依次为茶树菇粉用量、食盐用量、水用量,其最佳配方为 $A_1B_1C_2$,即在面粉用量 180 g 时,茶树菇粉添加量为 10 g,食盐添加量为 3 g,水添加量为 35 mL。由此最佳配方制成的茶树菇面条呈现浅褐色,且色泽均匀,表面细密光滑,无鼓包;口感好,有咬劲,有弹性;入口滑爽,不黏牙,且具有茶树菇特有的鲜美味道。

表 6 正交试验结果

Table 6 Results of orthogonal experiment

试验号 Test No.	因素 Factors			评分 Score//分
	A//g	B//g	C//mL	
1	10	3	30	84
2	10	4	35	85
3	10	5	40	81
4	15	3	35	84
5	15	4	40	82
6	15	5	30	80
7	20	3	40	83
8	20	4	30	81
9	20	5	35	82
k_1	78.4	72.1	66.8	
k_2	73.9	68.3	67.7	
k_3	70.5	70.7	65.4	
R	4.22	2.26	0.70	

3 结论与讨论

随着人们对食品的口感和保健功能越来越重视,风味单调的传统口味挂面已经不能满足人们的需求,而以小麦为主料,适量添加全蛋液、食用菌、海藻提取物等制成的风味各

异、营养丰富的保健挂面逐渐受到人们欢迎^[11]。茶树菇不仅营养丰富,而且含有多种功效成分,很适合用于营养保健面条的制作。

该试验对茶树菇面条的配方进行了研究,考察了茶树菇粉、食盐及水添加量对面条感官品质的影响。经过 3 因素 3 水平的正交试验,得出在各因素中,茶树菇粉添加量对面条的影响最大,其次为食盐用量和水用量。经过优化后,确定最佳配方为在面粉用量 180 g 时,茶树菇粉添加量为 10 g,食盐添加量为 3 g,水添加量为 35 mL,制作出的茶树菇面条综合得分最高,口感最好,味道适宜,软硬适中。该研究可以为茶树菇营养保健面条的工业化生产提供理论指导。

参考文献

- [1] 陆启玉. 挂面生产工艺与设备[M]. 北京:化学工业出版社,2007.
- [2] 游新侠,王莹莹. 红茶菊花茶复合保健生鲜面的研制[J]. 食品科技, 2015,40(3):191-194.
- [3] 陈琴芳,刘建华,李永福,等. 明日叶/薏仁米营养保健面条的研制[J]. 食品工业科技,2015,36(1):230-234.
- [4] 王建伟,陈武强,杨海文,等. 茶树菇营养成分的提取与检测研究进展[J]. 现代农业科技,2010(20):335-336.
- [5] 徐静娟. 茶树菇提取物组分分析[J]. 食品营养,2006(12):165-167.
- [6] 邓观根. 茶树菇深加工与保健食品开发初探[J]. 农业科技与信息,2008(3):33.
- [7] 陈峰,曾霖霖,江瑞荣,等. 复合食用菌风味面条的研究[J]. 中国食用菌,2012,31(5):52-54.
- [8] 赵玮,樊红秀,刘振春. 双孢菇挂面的研制[J]. 食品科学,2011,32(6):314-317.
- [9] 春银. 食用菌保健挂面的制作[J]. 农产品加工,2009(3):25.
- [10] 中华人民共和国商业部谷物油脂化学研究所. 面条用小麦粉 附录制品面条评分,SB/T 101371993[S]. 北京:中国标准出版社,1993.
- [11] 李波,芦菲,南海娟,等. 双孢菇保健饮料的研制[J]. 河南科技学院学报,2008,36(4):55-57.

(上接第 34 页)

- [2] 丁俊之. 凤凰单丛名茶及其冲泡品尝[J]. 贵州茶叶,2002(1):33-35.
- [3] 戴素贤,谢赤军,陈栋,等. 七种高香型乌龙茶香气成分的主成分分析[J]. 华南农业大学学报,1999,20(1):113-117.
- [4] 戴素贤,谢赤军. 高香乌龙茶——玉兰香的香气化学组份特征[J]. 广东茶叶,1997(Z1):46-48.
- [5] 戴素贤,陈栋,郑如钦,等. 广东高香型乌龙茶——肉桂香香气组分的

分析[J]. 中国茶叶,1998(2):16-17.

- [6] 戴素贤,谢赤军,李启念,等. 凤凰单丛 5 个名丛乌龙茶香气组分分析[J]. 茶叶科学,1998,18(1):39-46.
- [7] 陈丹生,周春娟,庄东红. 不同香型凤凰单丛鲜叶与成茶香气成分的比较分析[J]. 井冈山大学学报(自然科学版),2016,37(4):37-42.
- [8] 严赞开,李跃林,庄东红,等. 凤凰单丛香气成分的分析[J]. 食品研究与开发,2015,36(10):78-81.