

DOI: 10.12101/j.issn.1004-390X(n).201610031

电焙和炭焙武夷岩茶与常规烘焙 铁观音香气成分分析*

占琪¹, 任洪涛², 杨雪梅¹, 李燕丽³, 李家华^{1**}

(1. 云南农业大学 龙润普洱茶学院, 云南 昆明 650201; 2. 云南农业大学香料研究所, 云南 昆明 650051;
3. 贵州湄潭县茶产业发展中心, 贵州 湄潭 564100)

摘要:【目的】为判定不同加工类型乌龙茶的香气特点和创新乌龙茶的烘焙工艺、指导乌龙茶生产等方面提供一定的参考价值。【方法】采用同时蒸馏萃取法 SDE 与气—质联用 GC-MS 技术检测电焙和炭焙武夷岩茶水仙品种和常规烘焙铁观音 3 种乌龙茶香气成分的组成与含量。【结果】供试的 3 种乌龙茶的香气均由碳氢类、醇类、醛类、酮类、酯类、内酯类、酸类、酚类、杂氧类和吡咯类及其氧化产物等十大类化合物组成, 在香气组成上无明显差别, 但在醇类、吡咯类及其氧化产物等主要香气成分的含量上电焙和炭焙武夷岩茶与常规烘焙的铁观音之间存在差异, 3 种乌龙茶中醇类含量分别为 37.202%、37.495%、44.430%; 吡咯类及其氧化产物含量分别为 12.570%、15.791%、23.912%。【结论】从主要香气成分的含量上来看, 炭焙武夷岩茶较电焙武夷岩茶更丰富, 常规烘焙的铁观音较电焙和炭焙武夷岩茶更为丰富。

关键词: 乌龙茶; 电; 炭火; 烘焙; 香气

中图分类号: TS 272.4

文献标识码: A

文章编号: 1004-390X (2018) 01-0113-07

Analysis on the Aroma Components in Wuyi Rock Tea with Baking of Electric and Charcoal and Conventional Baking Tieguanyin Oolong Tea

ZHAN Qi¹, REN Hongtao², YANG Xuemei¹, LI Yanli³, LI Jiahua¹

(1. College of Longrun Pu-erh Tea, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China; 2. Yunnan Flavor & Fragrance Research & Development Center, Kunming 650051, China; 3. Meitan County, Guizhou Tea Industry Development Center, Meitan 564100, China)

Abstract: [Purpose] Our aim was to determine the different processing types of Oolong tea aroma characteristic and the innovation of Oolong tea baking process, the guide of Oolong tea production has a certain reference value. [Method] Simultaneous distillation and extraction (SDE) and gas chromatography mass spectrometry (GC-MS) were used to test the aroma in three kinds of Oolong tea, including Wuyi rock tea (Shuixian) baked by electricity or charcoal fire and conventionally backed Tieguanyin Oolong tea. [Results] Three kinds of Oolong tea all had 10 categories of aroma, including hydrocarbons, alcohols, esters, aldehydes, ketones, lactones, acids, phenols, mixed oxygen

收稿日期: 2016-10-25

修回日期: 2017-03-14

网络出版时间: 2018-03-02

*基金项目: 现代农业产业体系建设专项 (CARS-19)。

作者简介: 占琪 (1992—), 女, 福建武夷山人, 硕士研究生, 主要从事茶叶加工与生化研究。

E-mail: 493622676@qq.com

**通信作者 Corresponding author: 李家华 (1970—), 男, 云南元阳人, 博士, 教授, 主要从事茶叶生物化学与功效研究。E-mail: 1136475074@qq.com

网络出版地址: [http://dx.doi.org/10.12101/j.issn.1004-390X\(n\).201610031](http://dx.doi.org/10.12101/j.issn.1004-390X(n).201610031)

and pyrrole and their oxidation products compounds and there were no differences of the aroma compositions among three kinds of Oolong tea. However, in the alcohol, pyrrole and their oxidation products such the main content of aroma components, Wuyi rock tea baked by electricity or charcoal fire was different Tieguanyin Oolong tea. The alcohol contents in the three kinds of Oolong tea were 37.202%, 37.495% and 44.430%, respectively. The contents of pyrrole and their oxidation products were 12.570%, 15.791% and 23.912%, respectively. [**Conclusion**] The content of the main aroma components in Wuyi rock tea baked by electric is richer than charcoal and that in Tieguanyin is the most abundant.

Keywords: Oolong tea; electricity; charcoal fire; baking; aroma constituents

乌龙茶, 是中国六大茶类之一, 主产于福建、台湾、广东, 其中福建乌龙茶的产量占乌龙茶总产量的 83.9% 左右^[1], 因此, 福建乌龙茶在海内外茶叶产业链上占有至关重要的地位。福建乌龙茶以其宜人的香气获得了广大消费群体的喜爱, 武夷岩茶和安溪铁观音分别是闽北乌龙和闽南乌龙的代表, 二者分别于 2002 年和 2006 年被国家质检总局审定为地理标志产品^[2]。但是, 由于茶树品种、茶树生长环境以及加工工艺的不同, 不同乌龙茶中的香气组分、含量都有较大差异^[3]。日本香气研究大师山西贞博士将茶叶香气比作“茶叶品质的命根子”^[4]。目前, 对福建乌龙茶香气成分的研究已有很多报道, 如吕世懂等^[5]已对 5 种不同产区的乌龙茶香气成分进行了对比研究, 但对福建 (闽北和闽南) 两大产区不同烘焙工艺制成的成品茶香气成分的研究报道鲜有。本研究采用同时蒸馏萃取法 (SDE) 与气—质联用 (GC-MS) 技术检测了电焙和炭焙武夷岩茶与常规烘焙铁观音间香气成分的组成和含量, 旨在为创新乌龙茶的烘焙工艺和指导乌龙茶生产等方面提供数据支撑。

1 材料与方法

1.1 材料

茶样: 2015 年 8 月生产的电焙和炭焙武夷岩茶, 由‘水仙’品种加工而成, 由福建省武夷山市圣旨峰生态茶业有限公司提供; 2015 年 7 月生产的常规干燥铁观音乌龙茶, 由‘铁观音’品种加工而成, 由福建省安溪县品政香茶叶有限公司提供。

1.2 提取方法

准确称取茶样 50.0 g, 将供试茶样置于同时蒸馏萃取设备内, 用二氯甲烷 50 mL 提取 5 h。

萃取液用无水硫酸钠干燥、过滤, 萃取液用旋转蒸发仪挥干溶剂, 挥发油进行称量。用二氯甲烷将挥发油溶解至 1.00 mL, 用气—质联用仪进行检测。

1.3 GC-MS 分析条件

色谱条件: 气相毛细管柱为 HP-5MS 30 m×0.25 mm×0.25 μm 弹性石英毛细管柱; 载气为氦气 (He); 进样口温度: 250 °C; 柱流速 1.2 mL/min, 进样量 2 μL; 分流比: 25:1; 升温程序: 起始温度 50 °C (保持 5 min), 按 4 °C/min 升到 100 °C, 按 5 °C/min 升温到 250 °C, 保持 10 min; 离子源: EI; 气质接口温度: 280 °C; 离子源温度: 230 °C; 四级杆温度: 150 °C; 电子倍增器电压: 1 894 V; 电子能量: 70 eV; 进样量: 2 μL。

1.4 定性和定量方法

利用谱库和参考相关文献对得到的质谱图进行串连检索, 根据 GC-MS 分析得到的供试茶样香气组分的峰面积占总面积之比值表示组分相对含量。通过计算机谱库检索 (Wiley 和 NIST 库), 结合相对保留时间, 并查阅与乌龙茶相关文献报道, 确定香气成分的化学归属。

2 结果与分析

电焙和炭焙武夷岩茶与常规烘焙铁观音主要香气成分的组成与含量如表 1 所示。

2.1 电焙武夷岩茶香气成分的组成和含量

由图 1 可知: 电焙武夷岩茶中共鉴定出挥发性物质 96 种, 按有机化合物分类法可分为碳氢类、醇类、醛类、酮类、酯类、内酯类、酸类、酚类、杂氧类和吡咯类及其氧化产物等 10 类化合物。其中, 含量较大的主体香气成分有 27 种 (表 1), 含量最高的是以反式—橙花叔醇 (11.671%)、植物醇 (9.978%)、芳樟醇 (2.653%)、二氢芳樟醇 (2.323%)、香叶醇 (2.291%) 等 13 种香气组分为

主的醇类, 总含量达 33.541% 左右。其次是吡咯类及其氧化产物, 总含量达 11.940% 左右, 其中

含量最高的是吡啶 (9.507%), 占吡咯类及其氧化产物总量的 78.844% 左右。

表 1 电焙和炭焙武夷岩茶与常规烘焙铁观音主要香气成分的组成与含量

Tab. 1 The main aroma components and content in Wuyi rock tea baked by electricity or charcoal fire and conventionally baked Tieguanyin in Oolong tea

编号 No.	香气物质 aroma components	含量/% content		
		电焙武夷岩茶 Wuyi rock tea baked by electricity	炭焙武夷岩茶 Wuyi rock tea baked by charcoal	常规烘焙铁观音 conventionally baked Tieguanyin
1	2-甲基吡嗪 pyrazine, methyl-	1.068	1.196	—
2	糠醛 furfural	0.780	0.832	—
3	糠醇 2-furanmethanol	0.807	0.680	—
4	2-乙酰基呋喃 ethanone, 1-(2-furanyl)-trans	0.832	0.769	—
5	苯甲醇 benzyl alcohol	2.010	1.730	0.342
6	苯乙醛 benzeneacetaldehyde	2.720	2.488	5.618
7	苯乙醇 phenylethyl alcohol	1.554	1.236	9.707
8	苯乙腈 benzyl nitrile	1.713	1.319	2.686
9	2-甲基-4-氨基苯酚 phenol, 4-amino-2-methyl-	2.094	2.363	—
10	1,2,4-三(亚甲基)环己烷 cyclohexane, 1,2,4-tris(methylene)	—	—	1.313
11	2-乙酰基吡咯 ethanone, 1-(1h-pyrrol-2-yl)-	0.538	0.184	2.970
12	顺式芳樟醇氧化物(呋喃) 2-furanmethanol, 5-ethenyltetrahydro- alpha, alpha, 5-trimethyl-, cis-	1.894	2.020	0.077
13	2-乙酰基呋喃 ethanone, 1-(2-furanyl)-	0.832	0.769	—
14	反式芳樟醇氧化物(呋喃) trans-linalool oxide (furanoid)	1.239	1.059	0.045
15	芳樟醇 1,6-octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-	2.653	2.753	0.574
16	二氢芳樟醇 1,5,7-octatrien-3-ol, 3,7-dimethyl-	2.323	2.262	0.298
17	2,6-二甲基环己醇 cyclohexanol, 2,6-dimethyl-	0.898	0.949	0.147
18	芳樟醇氧化物顺式吡喃型 2h-pyran-3-ol, 6-ethenyltetrahydr- 2,2,6-trimethyl-	0.868	0.825	0.203
19	对乙氧基苯胺 benzenamine, 4-ethoxy-	0.920	0.931	—
20	香叶醇 geraniol	2.291	2.242	—
21	吡啶 indole	9.414	9.507	18.358
22	2,2-二甲基丙酸-2-苯基乙酯 propanoic acid, 2,2-dimethyl-, 2-phenylethyl ester	—	—	1.134
23	己酸叶醇酯 hexanoic acid, 3-hexenyl ester, (z)-	0.958	1.012	0.704
24	β -紫罗酮 trans-beta-ionone	2.09	2.637	—
25	茉莉内酯 2h-pyran-2-one, tetrahydro-6- (2-pentenyl)-, (z)-	2.311	2.496	2.498
26	α -法呢烯 alpha-farnesene	2.668	2.510	6.859
27	二氢猕猴桃内酯 2(4h)-benzofuranone, 5,6,7,7a- tetrahydro-4,4,7a-trimethyl-	1.19	1.437	0.213
28	反式-橙花叔醇 1,6,10-dodecatrien-3-ol, 3,7,11-trimethyl-, (e)-	11.671	11.781	33.522
29	α -松油醇 alpha-terpineol	0.811	0.791	0.150
30	己酸-2-苯乙酯 hexanoic acid, 2-phenylethyl ester	—	—	0.864
31	棕榈酸甲酯 hexadecanoic acid, methyl ester	0.719	0.863	0.025
32	亚麻酸甲酯 9,12,15-octadecatrienoic acid, methyl ester, (z,z,z)-	1.364	1.286	1.021
33	4-氨基-2,5-二甲基苯酚 phenol, 4-amino-2,5-dimethyl-benzenamine, 4-ethoxy-	—	1.010	—
34	植物醇 phytol	9.978	11.115	0.925

注: “主要香气成分”表示有一种茶的香气组分含量 $\geq 0.8\%$, “—”表示该种茶的该组分含量为 0。

Note: “the main aroma component” means the tea aroma component is 0.8% or higher, “—” means the component of the tea is 0.

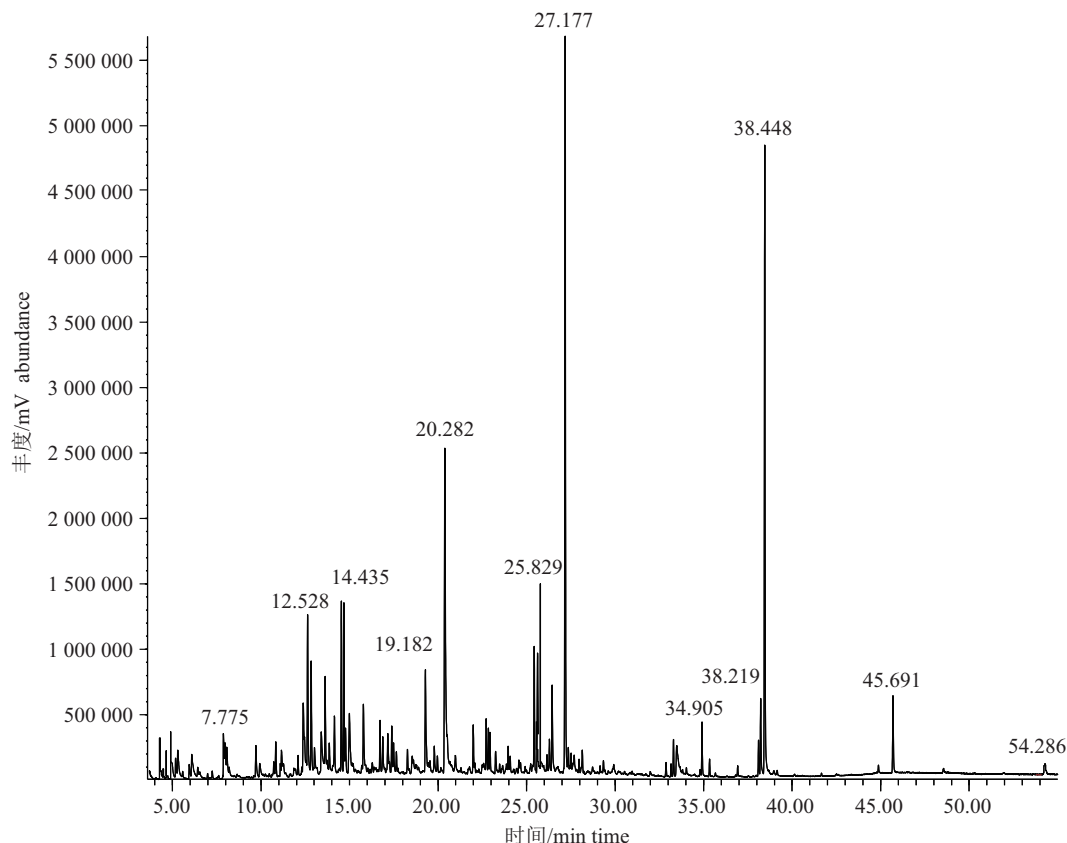


图 1 电焙武夷岩茶(水仙)总离子流图

Fig. 1 GC-MS total ion-flow graph of the aroma in Wuyi rock tea baked by electricity

2.2 炭焙武夷岩茶的香气成分和化合物的种类

由图 2 可知:炭焙武夷岩茶‘水仙’品种中共鉴定出挥发性物质 92 种,仍包括碳氢类、醇类、醛类、酮类、酯类、内酯类、酸类、酚类、杂氧类和吡咯类及其氧化产物等 10 类化合物。与电焙武夷岩茶基本相似,含量较大的主体香气成分有 26 种(表 1),其中种类最多、含量最高的是醇类,主要含反式—橙花叔醇(11.781%)、植物醇(11.115%)、芳樟醇(2.753%)、二氢芳樟醇(2.626%)、香叶醇(2.242%)等 13 种香气组分,含量达 35.539% 左右,其次吡咯类及其氧化产物,总含量达 13.137% 左右,其中含量最高的是吡咯(9.507%),占吡咯类及其氧化产物总量的 72.368% 左右。

2.3 常规烘焙铁观音的香气成分和化合物的种类

由图 3 可知:常规干燥‘铁观音’品种中共鉴定出挥发性物质 82 种,按有机化合物分类法可分为碳氢类、醇类、醛类、酮类、酯类、内酯类、酸类、杂氧类和吡咯类及其氧化产物等 9 类化合物。含量较大的主体香气成分有 13 种(表 1),

其中种类最多、含量最高的是醇类,主要含反式—橙花叔醇(33.522%)、苯乙醇(9.707%)两种,总含量达 45.665% 左右,其次是吡咯类及其氧化产物,含量达 21.044% 左右,其中含量最高的同样是吡咯(18.358%),占吡咯类及其氧化产物总量的 87.236% 左右。

2.4 电焙和炭焙武夷岩茶与常规烘焙铁观音香气组分对比

通过图 4 可以发现:电焙和炭焙武夷岩茶的香气组分基本相同,相对含量仅有略微差别,这表明烘焙方式对该品种的香气组分和相对含量没有很大的影响,与之相比,常规烘焙铁观音在香气组分和相对含量上差异较显著,如醇类、碳氢类、吡咯类及其氧化产物相对含量较高,这可能与产地、加工工艺以及品种的不同有关。

3 讨论

有研究表明:茶叶香气按性质分组,大体可归纳为十大类型,并认为不同香气组分的相对含量在一定程度上影响不同茶叶的香气特征(表 2)^[4]。

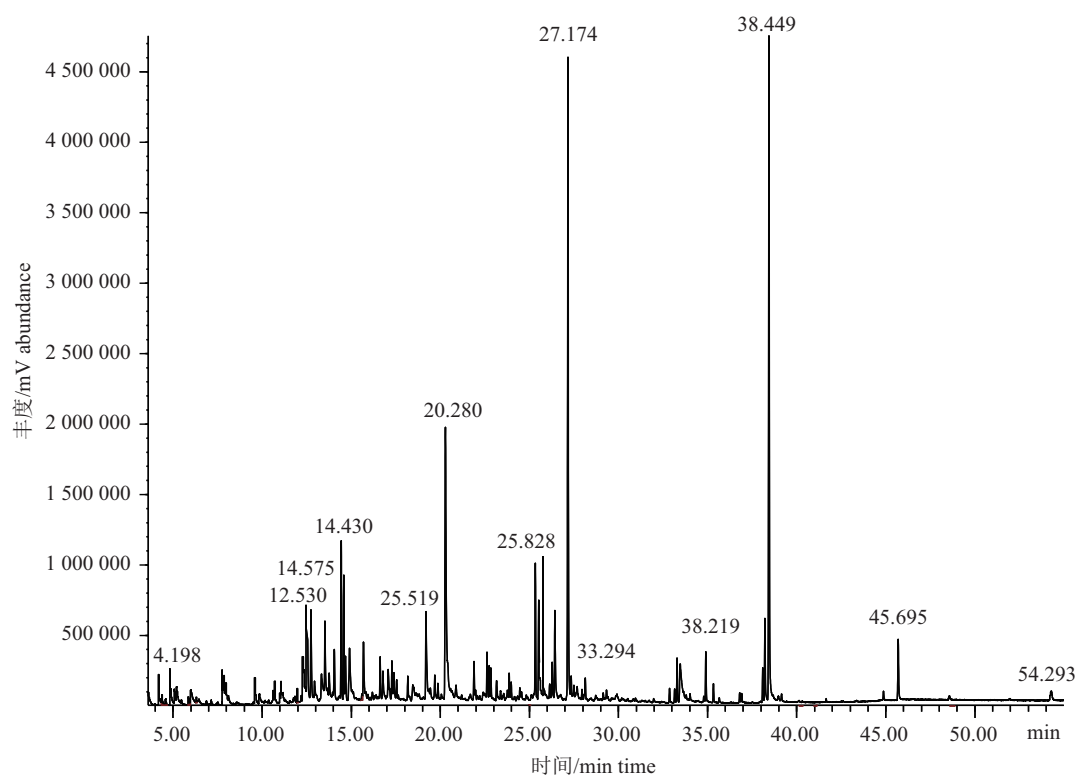


图 2 炭焙武夷岩茶(水仙)总离子流图

Fig. 2 GC-MS total ion-flow graph of the aroma in Wuyi rock tea with baked by charcoal fire

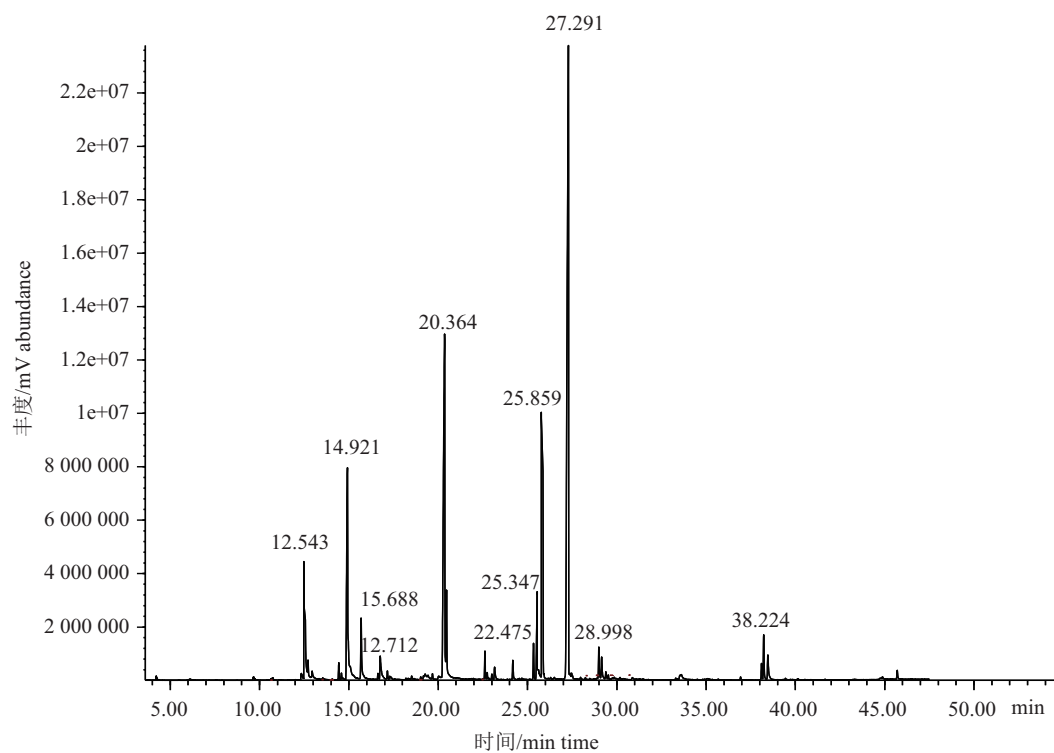


图 3 传统型铁观音总离子流图

Fig. 3 GC-MS total ion-flow graph of the aroma in conventionally baked Tieguanyin Oolong tea

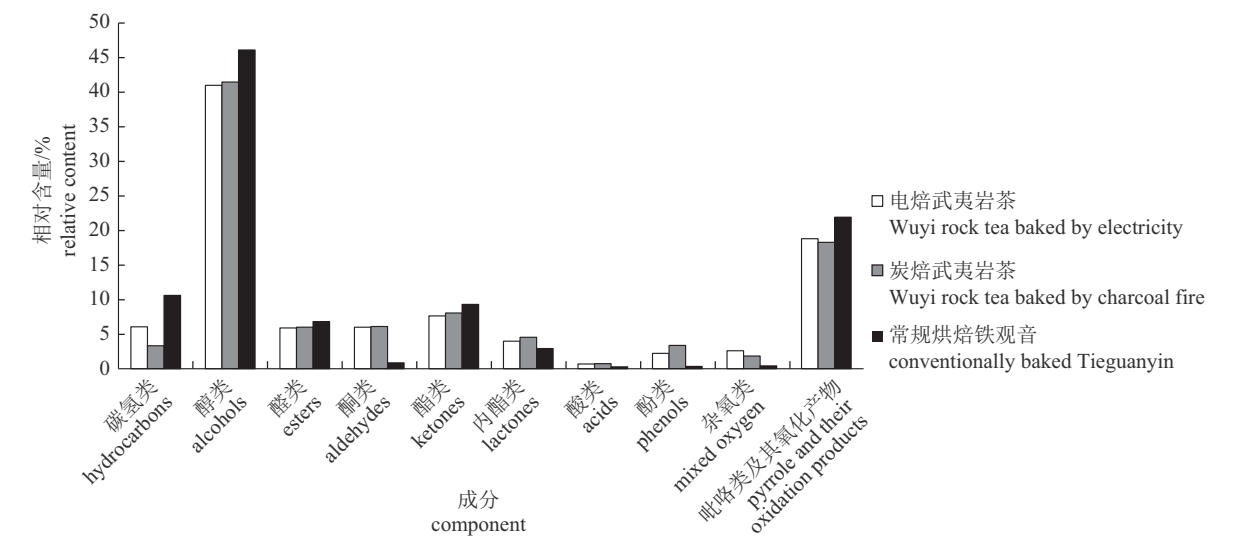


图 4 电焙和炭焙武夷岩茶与常规烘焙铁观音香气组分对比图

Fig. 4 Wuyi rock tea with baking of electricity and charcoal fire compared with conventionally baked Tieguanyin Oolong tea in aroma components

表 2 茶叶香气的分类及其关联成分

Tab. 2 The sorts and the correlative constituents of aroma of tea

香气性质 aroma character	关联成分 associated components
嫩叶的清爽性清香 fragrance aroma of new leaves	顺-3-己烯醇及其酯类 3-hexen-1-ol, (z)- and esters
清淡爽快的铃兰花香 delicate fragrance smell like the bell orchids	芳樟醇及其氧化物 1,6-octadien-3-ol, 3,7-dimethyl- and their oxidation products
温和协调的蔷薇花香 moderate coordination flowers fragrant smell as the rose	香叶醇、苯乙醇 geraniol and phenylethyl alcohol
甘甜浓郁的栀子、茉莉花香 sweet rich smell like the gardenia or jasmine	β -紫罗酮类、顺茉莉酮、茉莉酮甲酯 trans-beta-ionone and 2-cyclopenten-1-one, 3-methyl-2-(2-pentenyl)-, (z)- and 2h-pyran-2-one, tetrahydro-6-(2-pentenyl)-, (z)-
果实、干果类的香气 the fragrance of fruits and vegetables	茉莉内酯及其他酯类、茶罗烯酮 2h-pyran-2-one, tetrahydro-6-(2-pentenyl)-, (z)- and other esters and olefine ketone
木质类的木香 the smell like wood	橙花叔醇等倍半萜类、己烯基苯酚 1,6,10-dodecatrien-3-ol, 3,7,11-trimethyl- and hexene phenol
苦而重的青臭气味 the stench of grass strongly	吲哚 indole
焦糖香及烘炒香 caramel and bake fragrance	吡嗪、吡咯及呋喃类化合物 pyrazine and pyrroles and funan compound
保存中增加的陈旧香味 old fragrance from the long time keeping	反-2-顺-4-顺-庚二烯醛、1-戊烯-3-醇 trans-2, cis-4-heptadienal and 1-penten-3-ol
青草气及粗青气 green grass smell	正己醛、异戊醛、3-己烯醛 hexanal and iso-pentanal and 3-hexenal

但是，也有研究表明：茶叶香型可能是由一种或几种香气成分主导、所有香气成分合理搭配的结果^[6]。烘焙工艺是乌龙茶精制加工过程的关键工艺之一，对乌龙茶优质香气和滋味等品质因子的发展和固定起到重要作用^[7]。茶叶在烘焙时可使糖类、氨基酸、果胶质经脱水转化成香气成分，如焦糖香、蜜糖等^[8]。‘水仙’是武夷岩茶的当家品种，目前，市面上销售的武夷水仙有“电焙”和“炭焙”两种花色产品，而铁观音普遍是利用电烘箱烘焙的。

本研究结果表明：无论是电焙和炭焙武夷岩茶，还是常规烘焙铁观音的香气成分中种类最多、含量最高的均是醇类，此研究结果与陈泉宾等^[9]的研究结果大体一致。这些醇类物质一般都带有特殊的花香、果香等特征^[10]，其中，含量最高的均是橙花叔醇。有研究表明：橙花叔醇是乌龙茶和高香型名优茶的主要香气成分^[11]，与本研究的结果一致。常规烘焙铁观音的橙花叔醇含量比电焙和炭焙武夷岩茶高出 20% 以上，据宛晓春等^[12]的研究成果：橙花叔醇具有浓郁的甜香、花

香、木香,是乌龙茶中最主要的香气成分。另有研究表明:随着烘焙温度升高,具有清新花香的挥发性成分降低,而碳氢化合物与含氮化合物大量增加^[13],这可以说明武夷岩茶通过焙笼长时间的高温烘焙使得具有浓郁甜香、花香、木香的橙花叔醇含量降低了,也极好的说明了铁观音在感官审评中花果香较武夷岩茶显著的特点。CHUH等^[14]和PANG等^[15]认为芳樟醇及其氧化产物、香叶醇等物质香气释放因子(flavour dilution factor, FD)较高,推测此类物质对武夷岩茶香型的贡献较大,由表2可知:芳樟醇及其氧化产物具有清淡爽快的铃兰花香性质,符合武夷水仙在感官审评中铃兰香气馥郁的品质特征。

其次,3种茶中吡咯类及其氧化产物的含量分别为12.570%、15.791%和23.912%,其中含量最高的均是吡啶,常规烘焙铁观音香气组分中该物质含量比电焙和炭焙武夷岩茶高出10%左右,这可能与发酵程度有关,铁观音在乌龙茶中属于轻发酵茶,而武夷岩茶在乌龙茶中属于重发酵茶。有研究表明:吡嗪类、吡咯类、呋喃类、苯乙醛等是焙火乌龙茶中焦香味的主要成分^[16],从表1可以看出本研究均有检测出这类化合物,与前人研究结果一致。

4 结论

烘焙作为乌龙茶精制工艺的最后一道工序,对乌龙茶香气的形成起到了重要的作用;从主要香气成分的含量上来看,炭焙武夷岩茶较电焙武夷岩茶更丰富,常规烘焙的铁观音较电焙和炭焙武夷岩茶更为丰富;3种供试样香气成分中种类最多、含量最高的是醇类,其中,含量最高的均是橙花叔醇;吡咯类及其氧化产物的含量较醇类次之,吡咯类及其氧化产物中,含量最高的均是吡啶。

[参考文献]

- [1] 韩海东,褚丽娟,刘明香,等.福建乌龙茶产业可持续发展的对策建议[J].山地农业生物学报,2014,33(3): 78. DOI: 10.15958/j.cnki.sdnyswxb.2014.03.020.
- [2] 黄艳,孙威江.闽南乌龙茶烘焙的研究进展[J].食品安全质量检测学报,2015,6(5): 1525.
- [3] 陈继伟,梁名志,罗正飞,等.南糯山古树红茶香气化化合物的组分研究[J].安徽农业科学,2010,38(33): 18734. DOI: 10.3969/j.issn.0517-6611.2010.33.043.
- [4] 周玲.乌龙茶香气挥发性成分及其感官性质分析[D].重庆:西南大学,2006.
- [5] 吕世懂,吴远双,姜玉芳,等.不同产区乌龙茶香气特征及差异分析[J].食品科学,2014,35(2): 146. DOI: 10.7506/spkx1002-6630-2014.02.027.
- [6] 袁杰.铁观音香气化学成分及活性研究[D].泉州:华侨大学,2014.
- [7] 陈建.内外销乌龙茶烘焙工艺与品质研究[D].福州:福建农林大学,2014.
- [8] 成子龙,庞月兰,杨春.不同烘焙方式对乌龙茶品质影响的研究进展[J].现代农业科技,2013(1): 266. DOI: 10.3969/j.issn.1007-5739.2013.01.161.
- [9] 陈泉宾,张应根,陈林,等.不同类型乌龙茶香气差异分析[J].茶叶科学技术,2013(4): 25. DOI: 10.3969/j.issn.1007-4872.2013.04.006.
- [10] 钟秋生,吕海鹏,林智,等.东方美人茶和铁观音香气成分的比较研究[J].食品科学,2009(8): 182. DOI: 10.3321/j.issn:1002-6630.2009.08.037.
- [11] 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(1): 113. DOI: 10.3969/j.issn.1001-411X.1999.01.024.
- [12] 宛晓春.叶生物化学[M].北京:中国农业出版社,2003.
- [13] 钟秋生,林正和,陈常颂,等.烘焙温度对九龙袍品种乌龙茶生化品质的影响[J].茶叶科学,2014(1): 9. DOI: 10.13305/j.cnki.jts.2014.01.002.
- [14] CHUH C, SCHIEBERLE P. Characterization of the key aroma compounds in the beverage prepared from Darjeeling black tea: quantitative differences between tea leaves and infusion[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2006, 54(3): 916. DOI: 10.1021/jf052495n.
- [15] PANG X L, QIN Z H, ZHAO L, et al. Development of regression model to differentiate quality of black tea (Dianhong): correlate aroma properties with instrumental data using multiple linear regression analysis[J]. International Journal of Food Science and Technology, 2012, 47(11): 2372. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2012.03112.x.
- [16] 周雪芳.焙火对乌龙茶挥发性化化合物的影响[D].重庆:西南大学,2013.