

凤凰单丛茶品质地域性差异的生化基础

唐 颢, 方华春, 唐劲驰, 黎健龙, 周 波, 蔡 娇

(1.广东省农业科学院饮用植物研究所, 广东 广州 510640; 2.广东省茶树资源创新利用重点实验室, 广东 广州 510640)

摘 要: 为探究凤凰单丛茶品质地域性差异的生化基础, 以潮安县凤凰镇茶区5个位于不同海拔区间(300~1 100 m)的八仙单丛成熟茶园作为研究对象, 分析比较其茶鲜叶的品质生化成分含量。结果表明, 不同海拔区间八仙单丛茶鲜叶的生化品质存在显著差异, 相较于低山茶(海拔300~400 m), 高山茶(海拔800~1 000 m)与中山茶(海拔500~700 m)之间的差异相对较小。高(中)山八仙单丛茶鲜叶中的水浸出物、茶多酚、咖啡碱、儿茶素、黄酮类等生化成分总量及没食子酸、酯型儿茶素的含量显著高于低山茶; 高山茶鲜叶中的脱氢芳樟醇、顺-氧化芳樟醇、橙花醇、 α -萜品醇、*L*-香芹烯醇、2,6-二甲基-1,3,5,7-辛四烯、反- β -罗勒烯、顺- β -罗勒烯、萜品烯、*D*-柠檬烯、3-乙基-1,4-己二烯、十四烷、 β -紫罗酮、苯甲醛等的相对含量显著高于低山茶。低山茶鲜叶中的 β -芳樟醇、反-橙花叔醇、顺-3-己烯己酸酯、顺-茉莉酮、酮类、吲哚、甲基乙基苯等的相对含量较高。本研究结果对进一步研究凤凰单丛茶品质的地域性差异和通过加工工艺调整以提高其低山茶的品质提供了参考。

关键词: 凤凰单丛茶; 海拔区间; 品质差异; 生化成分

Biochemical Basis of Regional Differences in Quality of Fenghuangdancong Oolong Tea

TANG Hao, FANG Huachun, TANG Jingchi, LI Jianlong, ZHOU Bo, CAI Jiao

(1. Drinkable Plants Research Institute, Guangdong Academy of Agricultural Sciences, Guangzhou 510640, China;
2. Guangdong Provincial Key Laboratory of Tea Plant Resources Innovation and Utilization, Guangzhou 510640, China)

Abstract: In order to explore the biochemical basis of regional differences in the quality of Fenghuangdancong oolong tea in this study, fresh tea leaves from five Baxiandancong mature tea gardens located at different altitudes ranging from 300 to 1 100 m in Fenghuang town, Chao'an county were analyzed for biochemical components. Results showed that there were significant differences in biochemical quality among Baxiandancong tea leaves from different altitudes. Compared to low-mountain tea at elevation of 300–400 m, the difference between high-mountain (800–1 000 m elevation) and mid-mountain tea (500–700 m elevation) was relatively smaller. Biochemical components of high-(mid) mountain tea leaves, such as water extracts, polyphenols, caffeine, soluble sugar, catechins, flavonoids, and gallic acid, ester-type catechins (EGCG, ECG and GCG), etc were significantly higher than those of low-mountain tea. High-mountain fresh tea leaves contained dehydrolinalool, *cis*-linalool oxide, neroli, α -terpineol, *L*-parsley alcohol, 2,6-dimethyl-1,3,5,7-octatetraene, *trans*- β -ocimene, *cis*- β -ocimene, terpinene, *D*-limonene, 3-ethyl-1,4-hexadiene, tetradecane, β -ionone and benzaldehyde significantly higher than those of low-mountain tea. Low-mountain fresh tea leaves contained higher levels of β -linalool, *trans*-nerolidol, *cis*-3-hexene caproate, *cis*-jasmone, ketones, indole and *O*-ethylmethylbenzene. These results can provide a reference for further study on regional differences in the quality of Fenghuangdancong tea and modified process to improve its low-mountain tea quality.

Key words: Fenghuangdancong tea; altitude range; quality differences; biochemical components

中图分类号: S571.1; TS272.2

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630 (2015) 20-0168-06

doi:10.7506/spkx1002-6630-201520032

凤凰单丛(枞)茶属乌龙茶类, 产于广东省潮安县凤凰镇, 素以花香清高、滋味浓爽而著称。长期以来, 当地依据茶园所处海拔高度将凤凰单丛茶分为低山茶(海拔300~400 m)、中山茶(海拔500~700 m)

和高山茶(海拔800~1 100 m), 高、中、低山茶之间感官品质差异显著。鲜叶品质生化特性是决定成茶品质的基础, 也是制定加工工艺的前提。此前, 有关凤凰单丛茶的品质研究, 以香气研究较多, 包括凤凰

收稿日期: 2015-01-28

基金项目: 广东省农业科学院院长基金项目(201117)

作者简介: 唐颢(1977—), 男, 副研究员, 博士, 研究方向为茶树栽培生理及品质化学。E-mail: tangho@126.com

单丛“蛤古捞”、“玉兰香”等7个品系的香气成分^[1-4]、“桂花香”、“八仙过海”品系的特征香气组分^[5-6]；凤凰单丛36个代表性茶样的主要生化成分含量及感官品质^[7-8]；凤凰单丛不同品系的品质差异（春梢品质成分、高效液相色谱指纹图谱、微量元素、叶片解剖结构等）^[9-11]。关于凤凰单丛茶品质的地域性差异研究报道较少，戴素贤等^[12]发现不同地域黄枝香乌龙茶的茶叶香气类别和含量有明显差异；陈于陇^[13]研究了高、低海拔区域凤凰单丛茶“黄枝香”的品质差异。王桔红等^[14]研究了潮州凤凰山不同地域的50种凤凰单丛茶树品系的叶缘锯齿数、侧脉数、叶形、叶绿素含量、叶面积、叶干物质质量、比叶面积、解剖结构等叶片形态和功能性状等。这些关于凤凰单丛茶品质的地域性差异研究，均以茶鲜叶加工后的成茶作为研究对象，研究结果受到不同地域制取成茶样品过程中的人为因素影响。此外，上述研究选取的实验区域未覆盖凤凰单丛茶整个栽培海拔地域（300~1 100 m）。因此，本实验选择5个位于不同海拔区间（300~1 100 m）的凤凰单丛成龄茶园作为实验点，统一按相同方法制取鲜叶固定样，分析其生化成分含量差异，旨在揭示构成凤凰单丛茶地域性差异的生化基础，为进一步系统研究其品质的地域性差异和通过调整加工工艺提高高山茶的品质提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料

实验地凤凰镇位于潮州市潮安县北部山区，海拔350~1 498 m，属亚热带季风气候，年均气温20.5℃，年均降雨量2 119.7 mm。以凤凰单丛茶核心品系八仙单丛作为研究材料，选取5个涵盖高山茶（800~1 000 m）、中山茶（500~700 m）、低山茶（300~400 m）的八仙单丛成龄茶园作为实验点，其树龄、管理水平、生长势基本一致，实验点编号及具体信息见表1。

表1 不同海拔地域实验点信息

Table 1 Information about test point locations at different altitudes

实验点	所在村	经纬度、海拔	茶园面积、树龄
H1083	乌崇村下寮	E 116° 39' 07", N 23° 57' 57", 1 083 m	约330 m ² 、约20 a
H885	凤西村中坪	E 116° 39' 15", N 23° 57' 96", 885 m	约330 m ² 、约20 a
H708	凤西村大坪	E 116° 39' 95", N 23° 58' 00", 708 m	约330 m ² 、约20 a
H540	凤溪村竹溜	E 116° 40' 73", N 23° 57' 58", 540 m	约330 m ² 、约20 a
H362	福北村大埔	E 116° 42' 14", N 23° 55' 27", 362 m	约330 m ² 、约20 a

1.2 试剂与仪器

甲醇、甲酰胺、乙腈、冰醋酸、乙酸乙酯（均为色谱纯）天津市科密欧化学试剂公司；AccQ-TagTM试剂、衍生试剂组盒 美国Waters公司；标准品98.5% L-鼠李糖、98.0% D-阿拉伯糖、99.5% D-木糖、99.5%

D-果糖、99.0% L-甘露糖、99.5% D-葡萄糖、99.5% D-蔗糖、92.0% D-麦芽糖、98%没食子酸（gallate acid, GA）、（-）-表没食子儿茶素（(-)-epigallocatechin, EGC）、98%儿茶素（D,L-catechin, D,L-C）、98%（-）-表没食子儿茶素没食子酸酯（(-)-epigallocatechin gallate, ECGG）、98%（-）-表儿茶素（(-)-epicatechin, EC）、98%（-）-表儿茶素没食子酸酯（(-)-epicatechin gallate, ECG） 美国Sigma公司。

LC-10ATVP高效液相色谱仪、TRACE GC 2000型气相色谱仪、TRACE DSQ气相色谱-质谱联用仪 美国Thermo Finigan公司；固相微萃取仪 美国Supleco公司。

1.3 方法

1.3.1 试样制取

2012—2013年，在各个实验点统一采摘两季春茶1芽3、4叶新梢，将新梢置于竹筛中摊晾约45 min后，微波炉高火杀青1.5~2 min，取出摊凉冷却，然后置于电热鼓风干燥箱中75℃烘干（含水量3%~4%），将制得的茶样密封冷藏，用于分析生化成分含量。

1.3.2 生化成分总量测定

茶多酚含量的测定：参照GB/T 8313—2008《茶叶中茶多酚和儿茶素类含量的检测方法》；水浸出物含量的测定：参照GB/T 8305—2013《茶：水浸出物测定》；氨基酸含量的测定：参照GB/T 8314—2013《茶：游离氨基酸总量的测定》；可溶性糖采用蒽酮比色法、黄酮类采用氯化铝比色法^[15]。

1.3.3 生化组分含量测定

采用高效液相色谱法。

儿茶素组分、生物碱测定条件：Shim-pack ODS C₁₈色谱柱（4.6 mm×150 mm，5 μm）；柱温30℃；检测器波长278 nm；流动相A为水；流动相B为甲酰胺-甲醇-冰醋酸（40:2:1.5, V/V）溶液；流速1.1 mL/min；梯度洗脱程序为前28 min内流动相B由14%增加至34%，然后以14%的比例保持7 min，进样量10 μL^[16-17]。

氨基酸组分测定条件：AccQ-TagTM色谱柱（3.9 mm×150 mm，5 μm）；柱温37℃；检测器波长248 nm；流动相A为10% AccQ-TagTM，流动相B为60%乙腈，流速1.0 mL/min，梯度洗脱程序为前37 min，A相由100%减少至0，并保持2 min，39 min增加至100%，保持4 min，进样量10 μL^[18-19]。

可溶性糖组分测定条件：Shodex NH2P-50-4E色谱柱（4.6 mm×250 mm，5 μm），NH2P-50G 4A保护柱（4.6 mm×10 mm）；流动相为水（A相）和乙腈（B相）；梯度洗脱程序为0~14 min，85% B；14~16 min，85%~70% B；16~28 min，70% B；28~32 min，70%~85% B；流速1.0 mL/min；柱温20℃；进样量20 μL；蒸发光散射检测器参数：雾化管温度30℃；漂移管温度70℃；氮气压力310.275 Pa^[20]。

1.3.4 香气物质分析

采用气相色谱-质谱联用分析法^[21]。将10.0 g茶样置于500 mL萃取瓶中，加入一定量的沸蒸馏水，50℃水浴加热，5 min后插入萃取头吸附80 min后进行气相色谱-质谱分析。测定条件：HP-5MS弹性石英毛细管柱（30 m×0.25 mm i.d.，0.25 μm）；进样口温度为230℃；升温程序：进样后于230℃解吸5 min。

质谱条件：电子电离源；离子源温度230℃；电子能量70 eV；扫描范围50~650 u；载气为高纯He（纯度>99.999%）；流速1 mL/min，不分流；电子倍增管电压1800 V；总离子流强度100 mA。

1.4 数据分析

采用Excel 2007、SPSS Statistics 17.0进行数据统计及多重比较分析。

2 结果与分析

2.1 不同海拔高度八仙单丛茶园土壤性状基础值

测定其他指标前，对实验点茶园土壤性状基础值进行了取样测定，结果见表2~4。

表2 不同海拔高度八仙单丛茶园土壤主要养分含量及pH值

Table 2 Contents of soil main nutrients and pH values of Baxiandancong tea gardens at different altitudes

实验点	pH	土壤主要营养成分含量/(g/kg)			
		全氮	全磷	全钾	有机质
H1083	4.89±0.05 ^a	1.37±0.45 ^a	0.39±0.09 ^{ab}	8.05±0.54 ^a	30.99±12.46 ^{ab}
H885	4.75±0.15 ^a	0.84±0.31 ^{ab}	0.24±0.07 ^{ab}	9.31±0.60 ^a	17.72±5.16 ^b
H708	4.64±0.21 ^{ab}	1.31±0.10 ^{ab}	0.13±0.03 ^b	6.01±0.25 ^b	37.10±4.18 ^a
H540	4.43±0.19 ^a	0.78±0.32 ^b	0.16±0.05 ^{ab}	6.51±0.96 ^b	17.71±8.04 ^b
H362	4.01±0.16 ^c	0.92±0.30 ^{ab}	0.54±0.03 ^a	4.83±0.20 ^{bc}	18.29±6.19 ^b

注： $\bar{x}\pm s$ ， $n=3$ ；同一列数据不同肩标小写字母表示经检验后差异显著（ $P<0.05$ ）。下同。

表3 不同海拔高度八仙单丛茶园速效养分及矿质元素含量

Table 3 Contents of soil available nutrients and mineral elements of tea gardens at different altitudes

实验点	碱解氮含量/(g/kg)	有效磷含量/(mg/kg)	速效钾含量/(mg/kg)	有效钙含量/(mg/kg)	有效镁含量/(mg/kg)	有效硫含量/(mg/kg)
H1083	0.16±0.04 ^a	10.31±1.70 ^a	117.96±5.60 ^b	117.13±6.42 ^b	17.18±2.64 ^a	37.23±3.65 ^a
H885	0.09±0.02 ^b	9.35±2.14 ^{ab}	148.07±6.54 ^{bc}	118.93±6.37 ^b	9.54±1.68 ^{ab}	36.39±3.58 ^{ab}
H708	0.15±0.02 ^a	7.71±1.83 ^b	78.25±3.15 ^a	151.80±0.51 ^a	11.52±1.93 ^{ab}	23.11±1.89 ^b
H540	0.12±0.01 ^{ab}	10.00±2.09 ^a	122.22±3.88 ^b	162.47±6.03 ^a	11.97±0.53 ^{ab}	22.35±1.75 ^b
H362	0.12±0.03 ^{ab}	34.19±3.91 ^c	77.11±2.85 ^a	78.70±3.66 ^c	7.38±1.18 ^b	47.22±2.73 ^a

表4 不同海拔高度八仙单丛茶园土壤矿质元素含量

Table 4 Contents of soil mineral elements of Baxiandancong tea gardens at different altitudes

实验点	mg/kg						总硫含量
	有效硼含量	有效铁含量	有效锰含量	有效铜含量	有效锌含量	全氟含量	
H1083	0.23±0.07 ^a	20.05±1.62 ^b	4.54±0.69 ^b	0.32±0.09 ^a	0.86±0.05 ^b	600.23±4.51 ^a	1.49±0.06 ^a
H885	0.28±0.09 ^a	11.71±1.26 ^a	11.53±1.53 ^b	0.15±0.09 ^a	0.30±0.03 ^a	593.35±5.86 ^a	0.83±0.04 ^d
H708	0.15±0.04 ^a	36.87±1.57 ^{bc}	0.94±0.10 ^a	0.11±0.03 ^b	0.46±0.04 ^{ab}	331.62±4.03 ^a	0.96±0.03 ^c
H540	0.24±0.03 ^a	20.57±1.36 ^b	4.95±0.62 ^b	0.08±0.04 ^a	0.44±0.02 ^{ab}	449.31±6.02 ^b	1.03±0.04 ^{bc}
H362	0.17±0.02 ^a	34.23±1.75 ^{bc}	2.85±0.20 ^a	0.23±0.05 ^{ab}	0.27±0.03 ^a	271.08±3.21 ^d	1.10±0.05 ^b

2.2 不同海拔地域八仙单丛茶鲜叶的生化成分总量差异

表5 不同海拔区域八仙单丛茶鲜叶的生化成分总量比较

Table 5 Content of biochemical components of Baxiandancong tea fresh leaves from regions at different altitudes

实验点	茶多酚	氨基酸	水浸出物	可溶性糖	黄酮类
H362	26.70±0.09 ^c	2.02±0.02 ^{ab}	43.18±0.48 ^b	3.73±0.03 ^a	2.92±0.03 ^c
H540	34.47±0.10 ^a	2.47±0.04 ^a	46.14±0.24 ^a	2.71±0.01 ^d	3.37±0.08 ^a
H708	30.92±0.28 ^c	2.46±0.01 ^a	42.08±0.72 ^c	2.37±0.00 ^e	3.46±0.00 ^a
H885	28.63±0.19 ^d	2.20±0.03 ^a	44.84±0.72 ^b	2.86±0.01 ^b	3.10±0.08 ^b
H1083	32.86±0.28 ^b	2.18±0.04 ^a	48.15±0.72 ^a	2.80±0.01 ^c	3.16±0.05 ^b

茶鲜叶中的水浸出物、茶多酚、氨基酸、可溶性糖、黄酮类等生化成分总量是决定其加工特性及成茶品质的物质基础。从表5可知，不同海拔地域八仙单丛茶鲜叶中的品质成分总量为：茶多酚26.70%~34.47%，氨基酸2.02%~2.47%，水浸出物42.08%~48.15%，可溶性糖2.37%~3.73%，黄酮类2.92%~3.46%，除氨基酸外，其他品质成分含量的地域性差异达显著水平，尤以高山茶、中山茶与低山茶的差异较大，总体上呈现出中山茶、高山茶高于低山茶的特点；与中山茶相比，高山茶鲜叶的水浸出物、茶多酚、可溶性糖含量较高。

2.3 不同海拔地域八仙单丛茶鲜叶的生化组分含量差异

表6 不同海拔区域八仙单丛茶鲜叶的生物碱、GA含量

Table 6 Content of alkaloids and gallic acid of Baxiandancong tea fresh leaves from regions at different altitudes

实验点	咖啡碱	可可碱	茶碱	GA
H362	3.947±0.035 ^d	0.010±0.002 ^a	0.008±0.000 5 ^a	0.043±0.005 ^b
H540	4.712±0.031 ^a	0.006±0.007 ^b	0.007±0.000 4 ^b	0.061±0.006 ^a
H708	4.465±0.018 ^b	0.012±0.008 ^a	0.005±0.000 3 ^c	0.039±0.008 ^b
H885	4.070±0.055 ^c	0.001±0.003 ^c	0.009±0.000 3 ^a	0.060±0.005 ^a
H1083	4.528±0.016 ^b	0.006±0.004 ^b	0.007±0.000 4 ^b	0.055±0.007 ^a

表7 不同海拔区域八仙单丛茶鲜叶的儿茶素组分含量

Table 7 Contents of tea catechin components of Baxiandancong tea fresh leaves from regions at different altitudes

实验点	EGC	DL-C	EC	EGCG	GCG	ECG	儿茶素总量
H362	0.88±0.09 ^{ab}	0.13±0.01 ^a	0.35±0.04 ^a	3.68±0.08 ^b	1.31±0.02 ^b	0.58±0.02 ^c	6.93
H540	1.09±0.05 ^b	0.09±0.01 ^a	0.45±0.01 ^a	6.07±0.02 ^c	2.40±0.07 ^a	1.05±0.08 ^b	10.65
H708	0.75±0.01 ^a	0.10±0.00 ^a	0.35±0.04 ^a	7.01±0.01 ^a	2.70±0.05 ^c	1.21±0.03 ^b	12.10
H885	0.46±0.01 ^{ab}	0.08±0.01 ^a	0.28±0.02 ^a	3.91±0.01 ^b	1.14±0.04 ^b	0.65±0.03 ^c	6.52
H1083	0.65±0.02 ^a	0.10±0.01 ^a	0.43±0.01 ^a	7.82±0.01 ^a	2.23±0.03 ^a	1.32±0.03 ^a	12.61

茶叶中的生物碱包括咖啡碱、茶叶碱、可可碱。咖啡碱含量较高，为2%~5%；茶叶碱含量较低，只有0.05%左右；可可碱含量介于两者之间，为0.2%左右。从表6可知，不同海拔地域八仙单丛茶鲜叶的咖啡碱含量为3.947%~4.712%，呈现中山茶>高山茶>低山茶的趋势；可可碱含量为0.001%~0.012%，茶碱含量低于0.01%，GA含量0.039%~0.061%，不同海拔地域间差异较小。

茶叶中的儿茶素组分包括*D,L*-C、EC、EGC、ECG、EGCG和GC 6种物质,以EGCG含量最高。从表7可知,不同海拔地域八仙单丛茶鲜叶中的儿茶素总量分别为6.52%~12.61%;EGCG含量为3.68%~7.82%;EGC含量为0.46%~1.09%;ECG含量为0.58%~1.32%;GCG含量为1.14%~2.70%;高山、中山茶鲜叶的儿茶素总量、EGCG、ECG、GCG含量高于低山茶;而EGC、*D,L*-C、EC含量,海拔地域间差异较小。

表8 不同海拔区域八仙单丛可溶性糖组分含量
Table 8 Content of soluble sugar components of Baxiandancong tea fresh leaves from regions at different altitudes

糖组分	H362	H540	H708	H885	H1083
鼠李糖	0.005	0.005	0.003	0.002	0.001
阿拉伯糖	0.011	0.070	0.032	0.064	0.030
木糖	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001
果糖	0.022	0.000	0.006	0.015	0.010
甘露糖	0.048	0.044	0.030	0.019	0.041
葡萄糖	0.320	0.419	0.319	0.327	0.355
蔗糖	4.038	3.888	3.248	2.568	3.558
麦芽糖	0.059	0.086	0.000	0.000	0.016

可溶性糖是茶叶中的主要生化成分,参与加工过程中的物质转化,对成茶的滋味、香气均有重要影响。可溶性糖组分包括单糖(葡萄糖、果糖、麦芽糖)、双糖(鼠李糖、阿拉伯糖、甘露糖、蔗糖、木糖)。从表8可知,不同海拔地域八仙单丛茶鲜叶中的可溶性糖组分总体上呈现低山茶>中山茶>高山茶,其中蔗糖、葡萄糖、麦芽糖、甘露糖含量较高,鼠李糖、阿拉伯糖、木糖、果糖含量较低。

表9 不同海拔区域八仙单丛茶鲜叶氨基酸组分含量
Table 9 Amino acid contents of Baxiandancong tea fresh leaves from regions at different altitudes

氨基酸	H362	H540	H708	H885	H1083
天冬氨酸	0.088	0.154	0.133	0.115	0.106
丝氨酸	0.032	0.068	0.093	0.073	0.041
谷氨酸	0.063	0.089	0.084	0.079	0.076
甘氨酸	0.006	0.004	0.005	0.005	0.004
组氨酸	0.008	0.026	0.035	0.045	0.026
精氨酸	0.022	0.020	0.017	0.018	0.025
苏氨酸	0.014	0.014	0.014	0.011	0.004
丙氨酸	0.020	0.021	0.018	0.021	0.020
脯氨酸	0.023	0.026	0.008	0.008	0.011
茶氨酸	0.373	0.501	0.321	0.231	0.267
半胱氨酸	0.001	0.002	0.005	0.0001	0.003
酪氨酸	0.008	0.004	0.009	0.013	0.012
缬氨酸	0.004	0.002	0.006	0.007	0.004
蛋氨酸	0.002	0.003	0.003	0.004	0.005
赖氨酸	0.011	0.014	0.015	0.013	0.012
异亮氨酸	0.008	0.012	0.013	0.013	0.010
亮氨酸	0.000 1	0.000 1	0.000 1	0.000 1	0.000 2
苯丙氨酸	0.053	0.032	0.045	0.041	0.040

茶鲜叶中的氨基酸有20多种,较重要的有茶氨酸、天冬氨酸、天冬酰胺、谷氨酸、谷氨酰胺、精氨酸、丝氨酸、丙氨酸、赖氨酸、组氨酸、苏氨酸、酪氨酸、甘氨酸、脯氨酸、缬氨酸、苯丙氨酸、亮氨酸、异亮氨酸18种。氨基酸具有鲜味,略带甜味,是茶叶中重要的滋味物质,有些也能转化为茶叶香气物质。从表9可知,八仙单丛茶鲜叶中茶氨酸含量为0.231%~0.501%,中山茶>低山茶>高山茶;其中,茶氨酸、天冬氨酸、丝氨酸、谷氨酸、苯丙氨酸、精氨酸、组氨酸含量较高,为主要组分。中山、高山茶鲜叶中的天冬氨酸、丝氨酸、谷氨酸、组氨酸、茶氨酸、异亮氨酸含量显著高于低山茶。

2.4 香气物质组成

表10 不同海拔地域八仙单丛茶鲜叶的香气物质相对含量比较
Table 10 The relative contents of aroma components in Baxiandancong tea fresh leaves from regions at different altitudes

序号	名称	相对含量				
		H1083	H885	H708	H540	H362
1	脱氢芳樟醇	26.03	30.79	21.91	23.62	5.44
2	2,6-二甲基-1,3,5,7-辛四烯	7.09	8.05	7.79	6.53	2.07
3	反- β -罗勒烯	6.98	5.11	4.50	5.34	4.11
4	呋喃	6.88	2.49	7.43	6.78	32.22
5	萜品烯	3.97	3.09	2.06	2.02	0.51
6	β -芳樟醇	3.86	3.86	4.50	3.95	10.72
7	顺-氧化芳樟醇	3.78	4.41	3.58	5.26	1.92
8	橙花醇	2.58	2.29	2.13	3.24	0.68
9	<i>D</i> -柠檬烯	2.55	2.36	2.05	1.43	0.91
10	反-橙花叔醇	2.53	1.45	2.69	3.75	8.36
11	萜	2.46	1.96	2.68	2.27	1.30
12	α -萜品醇	2.40	1.89	1.41	2.04	0.57
13	顺- β -罗勒烯	2.33	2.59	1.99	1.66	0.70
14	顺-茉莉酮	2.27	1.26	3.19	2.32	6.91
15	α -法尼烯	1.94	1.72	2.71	2.14	2.36
16	3-乙基-1,4-己二烯	1.72	1.77	1.06	1.11	0.34
17	十四烷	1.67	2.37	2.30	1.68	0.66
18	<i>L</i> -香芹烯醇	1.56	2.42	1.49	1.20	0.46
19	2-甲基萜	1.43	1.75	3.73	2.82	1.16
20	水杨酸甲酯	1.38	3.14	1.93	2.49	1.10
21	β -紫罗酮	1.31	2.03	2.18	1.67	0.64
22	异丁子香酚	1.30	1.10	1.67	1.06	1.81
23	2-乙基-1,1-二甲基-3-亚甲基-环己烷	1.21	1.03	1.07	1.41	1.58
24	苯甲醛	1.21	1.76	1.48	1.55	0.59
25	二氢猕猴桃内酯	0.86	1.07	1.62	1.36	0.43
26	3,5-辛二烯-2-酮	0.81	1.11	0.94	0.85	0.27
27	β -环柠檬醛	0.81	0.86	0.81	0.80	0.31
28	甲基乙基苯	0.80	0.34	0.76	0.87	1.04
29	<i>L</i> -菖蒲烯	0.72	0.59	1.07	0.84	0.46
30	二甲基戊酸甲酯	0.67	0.73	0.64	0.82	0.37
31	反-丁香烯	0.64	0.54	0.62	0.47	0.80
32	顺-3-己烯己酸酯	0.60	0.39	0.53	0.42	1.08
33	十七烷	0.51	0.62	0.66	0.40	0.20
34	2,3-环氧- β -紫罗酮	0.46	0.58	0.83	0.57	0.22
35	十四烯	0.40	0.53	0.85	0.59	0.28
36	顺-3-己烯-苯甲酸酯	0.36	0.52	0.64	0.52	0.45
37	癸醛	0.33	0.60	0.33	0.28	0.20
38	1-十六烯	0.31	0.36	0.41	0.27	0.11

香气是茶叶的重要品质之一。茶叶中的香气物质含量较少,种类很多。迄今为止,从各种茶叶中已分离出700多种香气物质^[22]。茶叶的主要香气成分为脂肪类衍生物、萜类衍生物、芳香族衍生物及含氮、氧、硫杂环类化合物^[23]。部分香气物质由鲜叶在生长过程中合成,部分在加工过程中转化形成^[24]。在春季茶鲜叶中,萜烯类化合物占挥发油的51.26%^[25]。

从表10可知,不同海拔地域八仙单丛茶鲜叶中各检出38种香气物质,其中醇类物质7种,相对含量为28.15%~47.11%;萜烯类物质11种,相对含量为12.65%~28.65%;脂类物质5种,相对含量为3.43%~5.85%;酮类物质4种,相对含量为4.85%~8.04%;烷烃类3种,相对含量为2.44%~4.03%;醛类3种,相对含量为1.10%~3.22%;萘相对含量为1.30%~2.68%、2-甲基萘相对含量为1.16%~3.73%,吡啶相对含量为2.49%~32.22%、异丁子香酚相对含量为1.06%~1.81%、甲基乙基苯相对含量为0.34%~1.04%。中山、高山茶的醇类、萜烯类、酯类、烷烃类香气物质相对含量较高,低山茶的吡啶、酮类香气物质相对含量较高。

高山茶鲜叶中的脱氢芳樟醇、顺-氧化芳樟醇、橙花醇、 α -萜品醇、*L*-香芹烯醇、2,6-二甲基-1,3,5,7-辛四烯、反- β -罗勒烯、顺- β -罗勒烯、萜品烯、*D*-柠檬烯、3-乙基-1,4-己二烯、十四烷、水杨酸甲酯、 β -紫罗酮、苯甲醛等的相对含量显著高于低山茶;中山茶鲜叶的香气物质与高山茶较为接近。低山茶鲜叶中的 β -芳樟醇、反-橙花叔醇、顺-3-己烯乙酸酯、顺-茉莉酮、酮类、吡啶、甲基乙基苯等的相对含量较高。

3 讨论与结论

高、中、低山茶园的气候(光照、温度、空气湿度)、土壤、水分、植物群落等自然条件的差异会影响到茶叶香味品质的形成。生态环境较优的祁门红茶中特征芳香物质2,6-二甲基-1,4-苯醌、2,6-二甲基-1,4-苯酚、香叶醇、3,7,11,15-二十二烯酸甲酯、水杨酸甲酯等化合物的含量较普通环境红茶高40%以上^[26]。在湖北、四川等绿茶产区,茶叶中的咖啡碱、茶多酚含量随海拔高度提高而增加,茶多酚含量在海拔800 m时达到最高,茶叶感官品质汤色、香气、滋味随海拔高度变化的规律与茶多酚极为相似^[27-28]。高山茶萜烯醇种类更多、含量更高,与高山茶相比,低山茶含有更高比例的碳氢化合物^[29]。这些研究表明,不同茶区由于茶树品种及制作茶类的不同,其成茶品质受地域高度的影响不尽相同。因此,以茶鲜叶为研究对象,更能准确地反映不同海拔地域的茶叶生化特性的差异。本实验针对八仙单丛的研究

发现,高山、中山茶鲜叶中的水浸出物、茶多酚、咖啡碱、儿茶素、黄酮类等生化成分总量及GA、酯型儿茶素的含量显著高于低山茶,低山八仙单丛茶鲜叶的可溶性糖总量及蔗糖、葡萄糖、果糖、麦芽糖等组分含量较高。高(中)山茶鲜叶中的优势香气物质较多,包括醇类香气物质(芳樟醇、脱氢芳樟醇、顺-氧化芳樟醇、橙花醇、 α -萜品醇、*L*-香芹烯醇)、萜烯类物质(2,6-二甲基-1,3,5,7-辛四烯、反- β -罗勒烯、顺- β -罗勒烯、萜品烯、*D*-柠檬烯、3-乙基-1,4-己二烯)、十四烷、 β -紫罗酮、苯甲醛等。低山茶鲜叶中的 β -芳樟醇、反-橙花叔醇、顺-3-己烯己酸酯、顺-茉莉酮、吡啶、甲基乙基苯等的相对含量较高。分析不同地域凤凰单丛茶鲜叶生化成分含量差异的成因,主要受地域气候、土壤性状差异的影响。不同海拔实验点土壤性状差异表明,与低山茶园相比,中山、高山茶园的土壤pH值适宜,有机质含量较高,氮、磷、钾含量适中均衡,矿质元素有效钙、有效镁、有效锰、氟、硒等含量较高,这些因子与海拔高度呈正相关关系,说明土壤性状是凤凰单丛茶品质地域性差异形成的重要影响因素。此外,茶园所处海拔高度的气候因子(日照时间、日照强度、空气温湿度、降雨量等)也会对茶叶生长和品质产生一定的影响。山地茶园海拔高度不同,气候条件存在不同程度的差异;海拔每上升100 m,年均相对湿度上升3.65%、气温下降0.65℃、降水量增加36.3 mm、物候期延迟2 d^[30]。低山茶园与高山茶园的气候条件差异可通过间种景观树、遮荫树加以调节改善。

茶叶加工讲究“看茶做茶”,即根据茶鲜叶的品质生化基础制定适宜的加工工艺,以最大限度地发挥茶鲜叶原料的特性,制作出相应品质的成茶。因此,在探明不同地域凤凰单丛茶鲜叶的品质生化特性的基础上,对晒青、做青、烘焙等工艺参数进行调整,优化加工工艺,可扬长避短,提高低山茶的品质。

参考文献:

- [1] 戴素贤,谢赤军,陈栋.凤凰单丛-蛤古捞乌龙茶的香气特征[J].广东茶叶,1998(1): 14-17.
- [2] 谢赤军,陈栋,戴素贤.高香乌龙茶-玉兰香的香气化学组分特征[J].广东茶叶,1997(1): 14-17.
- [3] 戴素贤,谢赤军,陈栋.凤凰单丛5个名丛乌龙茶香气化学成分分析[J].茶叶科学,1998,18(1): 39-46.
- [4] 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.
- [5] 张凤霞,陈忠正,李斌.广东凤凰单丛乌龙茶挥发性组分分析[C]//经济发展方式转变与自主创新:第十二届中国科学技术协会年会(第2卷).福州:中国科学技术协会工作部,2010: 1-5.
- [6] 苏新国,段俊,覃文.桂花香型凤凰单丛乌龙茶特征呈香组分研究[J].食品科技,2008,33(8): 67-70.
- [7] 晏嫦好,赵超艺,罗军武.凤凰单丛代表样茶感官审评比较分析[J].广东茶业,2006(5): 18-21.

- [8] 晏嫦好, 罗军武, 赵超艺, 等. 凤凰单丛主要品质成分比较[J]. 湖南农业大学学报: 自然科学版, 2006, 32(6): 628-631.
- [9] 吴云影, 庄东红, 李张伟. 新鲜凤凰单枞茶叶与成品凤凰单枞茶叶微量元素含量比较[J]. 江苏农业科学, 2014, 42(11): 359-361.
- [10] 陈丹生, 马瑞君, 庄哲煌, 等. 潮州凤凰单枞茶叶的形态解剖分析[J]. 湖北农业科学, 2014, 53(1): 86-88.
- [11] 陈梨梨. 凤凰茶春梢生化成分分析和HPLC指纹图谱的初步研究[D]. 汕头: 汕头大学, 2013.
- [12] 戴素贤, 谢振伦, 谢赤军, 等. 不同地域黄枝香乌龙茶的香气化学组成[J]. 生态科学, 1998, 17(2): 43-48.
- [13] 陈于陇. 凤凰单枞乌龙茶(*Camellia sinensis*)的品质研究[D]. 北京: 中国科学院大学, 2009.
- [14] 王桔红, 庄东红, 马瑞君, 等. 广东凤凰单枞茶树品种(系)叶片主要性状的种间差异和地域变异研究[J]. 茶叶科学, 2014, 34(5): 525-530.
- [15] 钟萝. 茶叶品质理化分析[M]. 上海: 上海科学出版社, 1989: 303-304; 449-451.
- [16] 段小凤, 唐茜, 郭雅丹, 等. 中茶108、中茶302和中茶102的绿茶适制性及制茶品质[J]. 食品科学, 2014, 35(7): 33-37. doi: 10.7506/spkx1002-6630-201407007.
- [17] 高俊, 夏涛, 朱博, 等. HPLC-PDA对茶叶中茶氨酸、儿茶素和生物碱的同时分离检测研究[J]. 安徽农业大学学报, 2008, 35(3): 324-328.
- [18] 李银花, 刘仲华, 黄建安, 等. 高效液相色谱-蒸发光散射检测器测定茶叶中茶氨酸[J]. 茶叶科学, 2005, 25(2): 225-228.
- [19] 王坤波, 刘仲华, 赵淑娟, 等. 梨多酚氧化酶同工酶组成及其对茶黄素合成的影响[J]. 湖南农业大学学报: 自然科学版, 2007, 33(4): 459-462.
- [20] 袁勇, 黄建安, 李银花, 等. 高效液相色谱-蒸发光散射检测法测定茶叶中单糖和双糖[J]. 茶叶科学, 2010, 30(6): 435-439.
- [21] 王秋霜, 陈栋, 许勇泉, 等. 广东红茶香气成分的比较研究[J]. 茶叶科学, 2012, 32(1): 9-16.
- [22] 宛晓春. 茶叶生物化学[M]. 3版. 北京: 中国农业出版社, 2003: 39-49.
- [23] 袁海波, 尹军峰, 叶国注, 等. 茶叶香型及特征物质研究进展[J]. 茶叶科学, 2009, 29(8): 14-15.
- [24] 杨意成, 梁月荣. 乌龙茶花香形成机理的研究[J]. 茶叶, 2008, 34(1): 10-14.
- [25] 杜正奎, 华映芳, 谷豫红, 等. 茶鲜叶挥发油化学成分的研究[J]. 植物学报, 1982, 124(2): 23-28.
- [26] 赵和涛. 茶园生态环境对红茶芳香化学物质及品质影响[J]. 生态学杂志, 1992, 11(5): 59-61.
- [27] 汪春园, 荣光明. 茶叶品质与海拔高度及其生态因子的关系[J]. 生态学杂志, 1996, 15(1): 57-60.
- [28] 罗杰, 金立鑫, 韩吟文, 等. 四川省蒙山茶区海拔高度与茶叶品质关系[J]. 西南师范大学学报: 自然科学版, 2009, 34(4): 122-127.
- [29] 孙慕芳, 郭桂义, 张莉, 等. 不同海拔高度信阳毛尖茶香气成分的GC-MS分析[J]. 河南农业科学, 2014, 43(5): 181-185.
- [30] 方洪生, 周迎春, 苏有健. 海拔高度对茶园环境及茶叶品质的影响[J]. 安徽农业科学, 2014, 42(20): 6573-6575.