

## “桂热 2 号”红茶香气组成研究

阳景阳, 李子平, 冯红钰, 梁光志, 罗莲凤, 莫小燕, 刘汉焱 (广西南亚热带农业科学研究所, 广西崇左 532415)

**摘要** [目的]研究“桂热 2 号”红茶香气成分构成,为“桂热 2 号”红茶的进一步研发提供数据参考。[方法]采用传统红茶工艺(CT)、新红茶工艺(XG)将“桂热 2 号”茶树鲜叶制成红茶,进行感官审评,并通过固相微萃取(SPME)结合气相色谱-质谱(GC-MS)联用技术鉴定香气成分,分析香气特征。[结果]“桂热 2 号”红茶主要香气成分有咖啡因、芳樟醇、苯甲醇、苯甲醛、苯乙醇、2-甲基丁醛、水杨酸甲酯、橙花醇等。“桂热 2 号”红茶香气主要表现为甜毫香和花果香,XG 能将工夫红茶香气特性从花果香到甜香转化,且持久性更好。[结论]新工艺(XG)能影响桂热 2 号红茶的香气及综合品质。

**关键词** 桂热 2 号;工夫红茶;固相微萃取;气相色谱-质谱法;香气组成

**中图分类号** TS272.5<sup>+</sup>2 **文献标识码** A

**文章编号** 0517-6611(2019)19-0216-04

**doi**:10.3969/j.issn.0517-6611.2019.19.063



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

### Study of Aroma Components of Guire 2 Black Tea

YANG Jing-yang, LI Zi-ping, FENG Hong-yu et al (Guangxi South Subtropical Agricultural Science Research Institute, Chongzuo, Guangxi 532415)

**Abstract** [Objective] The research aimed to study the composition of the aroma components of "Guire 2" black tea, and provide data reference for the further development of "Guire 2" black tea. [Method] Using the traditional black tea technology and new black tea technology to make "Guire 2" black tea. Apply sensory quality evaluation and solid-phase micro extraction/gas chromatography-mass spectrometry technology to measure the aroma characters and components. [Result] The main aroma components of "Guire 2" black tea were caffeine, linalool, benzyl alcohol, benzaldehyde, phenylethyl alcohol, 2-methylbutanal, methyl salicylate, nerol and so on. The aroma characteristics of "Guire 2" black tea was sweet fragrance and floral or fruity fragrance, XG made aroma characteristics convert floral or fruity fragrance to sweet fragrance, meanwhile, the aroma lasts longer. [Conclusion] The new technology (XG) can affect Guire 2 black tea quality and aroma components.

**Key words** Guire 2; Congou black tea; SPME; GC-MS; Aroma component

红茶是国内外茶叶市场主销茶类,据统计,2017 年世界红茶产量 379.4 万 t,且呈逐年上升趋势,世界红茶出口 140.3 万 t,占出口总量的 78.3%,位居所有茶类第一位<sup>[1]</sup>。但我国红茶在国际市场上竞争力逐年下降,主要原因是我国出口红茶品质在国际上处于中下水平。“桂热 2 号”茶树品种[(桂)登(茶)2006010]是广西南亚热带农业科学研究所选育的优良品种,其芽叶肥壮、持嫩性好、芽毛特多、内含物丰富、适制性广,适合用来制作红茶,所创制的金毫红茶以其持久的甜毫香气深受消费者喜爱。

按感官上把红茶香气初步分为花香、果香、花果香、甜香等,这种分类方式过于笼统主观,不能客观体现红茶的呈香特点,茶叶中香气物质是由性质不同、含量差异悬殊的多种物质组合而成的,只占干物质的 0.01%~0.05%,却是决定茶叶品质的重要因子之一<sup>[2]</sup>,香气成分分析相比于传统的感官审评更为客观详细。固相微萃取(solid-phase micro extraction, SPME)是一种样品前处理技术,对于提取茶叶挥发性成分有良好的表现,再通过气相色谱-质谱技术(gas chromatography-mass spectrometry, GC-MS)检测,现已从红茶中分离出几百种香气成分<sup>[3]</sup>。任洪涛等<sup>[4]</sup>对云大种红茶进行多种方式相结合萎凋加工,挥发油含量从 0.012% 增加至 0.023%,芳樟醇、芳樟醇氧化物、苯乙醛、水杨酸甲酯等显著增加,青叶醇、青叶醛等显著减少;阳景阳等<sup>[5]</sup>对花香型黄

音红茶的研究发现,新工艺较传统工艺红茶(E)-呋喃芳樟醇氧化物、顺- $\alpha, \alpha$ -5-三甲基-5-乙炔基四氢化呋喃-2-甲醇、苯乙醇及香叶醇的含量均有所提升,花香更明显;学者们对“桂热 2 号”的红茶<sup>[6]</sup>、白茶<sup>[7]</sup>、黄茶<sup>[8]</sup>适制性及工艺参数进行了研究,已初步建立工艺流程,但并未针对香气成分进行分析。

“桂热 2 号”作为优良的茶树品种,系统研究还较少,通过 GC-MS 香气成分分析来指导“桂热 2 号”的加工生产是一次新的尝试。该研究运用固相微萃取(SPME)结合气相色谱-质谱(GC-MS)联用技术鉴定“桂热 2 号”红茶香气成分组成,确定呈香物质,为改进“桂热 2 号”工夫红茶制茶工艺提供数据参考。

### 1 材料与方法

**1.1 试验材料** 试验材料为广西南亚热带农业科学研究所名优茶叶种植基地的“桂热 2 号”单芽、一芽一叶鲜叶,试验于 2018 年 9—10 月在广西南亚热带农业科学研究所名优茶厂进行。制茶阶段主要仪器设备有热风萎凋槽、6CR-35 型揉捻机、YX-6CFJ-10B 型全自动红茶发酵机、6CTH-9 型茶叶烘焙提香机、簸箕、包茶布。检测阶段主要仪器设备有气相-质谱联用仪、全自动化学分析仪、茶叶感官审评专业用具。

### 1.2 试验方法

**1.2.1 制样方法。**秋季采摘“桂热 2 号”单芽、一芽一叶鲜叶备用。传统方法(CT):鲜叶→萎凋→揉捻→发酵→做形→烘干→精制→成品茶。新工艺(XG):鲜叶→晒青→萎凋→揉捻→发酵→做形→毛火→摊凉→足火→精制→成品茶。CT1:“桂热 2 号”单芽,传统方法制红茶。XG1:“桂热 2

**基金项目** 广西区直属公益性科研院所基本科研业务费专项(GX-NYRKS201811)。

**作者简介** 阳景阳(1990—),男,广西桂林人,研究实习员,硕士,从事茶叶栽培与加工技术研究。

**收稿日期** 2019-03-26

号”单芽,新工艺制红茶。XG2:“桂热 2 号”一芽一叶,新工艺制红茶。CT2:云南种一芽一叶,传统工艺制红茶。

**1.2.2 SPME 参数。**采用固相微萃取 (SPME) 方法提取茶叶香气物质,根据 GB/T 8303—2013《茶磨碎试样的制备及其干物质含量测定》<sup>[9]</sup> 中的紧压茶试样制备法,取出粉末茶样,混匀、磨碎,然后称取 1 g 茶样放入萃取瓶中,萃取温度 120 ℃,保温 20 min,吸附时间 3 min。SPME 进样针:50/30 μm DVB/CAR/PDMS (Dibinylbenzene/ Carboxen/ polydimethylsiloxane)。

**1.2.3 GC-MS 分析条件。**色谱条件:色谱柱 Agilent (60 m×250 μm×0.25 μm);进样口温度 270 ℃;升温程序:40 ℃ (保持 5 min),以 15 ℃/min 升温至 280 ℃ (保持 5 min),以 15 ℃/min 升温至 305 ℃ (保持 5 min);分流比 10:1,流速 2.0 mL/min。质谱条件:SCAN 扫描范围 29~550 m/z。

**1.2.4 GC-MS 分析。**由 GC-MS 分析得到的质谱数据经计

算机在 NIST 标准谱库的检索,依据相关资料对各峰加以确认,鉴定样品中的挥发性香气成分,用峰面积归一法分析各组成成分相对含量。

**1.2.5 感官审评。**参照 GB/T 23776—2018 茶叶感官审评方法<sup>[10]</sup>进行密码审评。

## 2 结果与分析

**2.1 感官审评** 工夫红茶品质因子为外形 (25%)、汤色 (10%)、香气 (25%)、滋味 (30%)、叶底 (10%),综合得分 XG1>XG2>CT1>CT2。XG1 总体评分最高 (92 分),在外形 (92 分)、香气 (94 分)、滋味 (92 分) 方面表现较好,但叶底肥嫩尚红亮,叶底表现不如 CT1。香气方面,XG1、XG2 都表现为甜香、花果香持久,CT1 表现为花果香明显,CT2 为花果香,表明“桂热 2 号”红茶香气主要为甜香和花果香,新工艺能将“桂热 2 号”红茶香气特性从花果香到甜香转化,且持久性更好。

表 1 感官审评品质评语与得分

Table 1 Sensory review quality reviews and scores

红茶样品 Black tea samples	外形 Appearance (25%)	汤色 Liquor color (10%)	香气 Aroma (25%)	滋味 Taste (30%)	叶底 Infused leaf (10%)	总分 Total score (100%)
CT1	状结、显金毫(92)	红明亮(90)	花果香明显(91)	醇厚甘甜(88)	肥嫩红明(91)	90.3
XG1	状结、显金毫(92)	橙红明亮(90)	甜香、花果香持久(94)	甘醇鲜爽(92)	肥嫩红尚亮(89)	92.0
XG2	紧结、显金毫(90)	红、稍暗(88)	甜香、花果香持久(94)	醇厚鲜爽(93)	红尚亮(88)	91.5
CT2	紧结、露毫(90)	红亮(90)	花果香(90)	醇和(89)	红尚亮(88)	89.5

**2.2 茶样 GC-MS 结果分析** 从表 2 可以看出,4 种茶样共检出 58 种香气物质,其中醇类 18 种、醛类 12 种、酮类 3 种、酯类 1 种、碳氢化合物 8 种、酸类 2 种,其他类 14 种,含量从大到小依次为醇类、咖啡因、醛类、酯类、其他类、酸类、碳氢化合物、酮类。CT1、XG1、XG2、CT2 可鉴定峰面积分别占总峰面积的 90.45%、88.75%、92.74%、89.98%。CT1 相对含量较高的香气成分有咖啡因 (28.691%)、芳樟醇 (17.477%)、苯乙醇 (8.027%)、橙花醇 (7.106%)、水杨酸甲酯 (5.598%)、苯甲醇 (2.676%) 等;XG1 相对含量较高的香气成分有咖啡因 (27.984%)、芳樟醇 (20.998%)、苯乙醇 (9.343%)、水杨酸

甲酯 (4.138%)、2-甲基丁醛 (2.555%)、异戊醛 (2.209%) 等;XG2 相对含量较高的香气成分有咖啡因 (34.975%)、苯乙醇 (9.882%)、水杨酸甲酯 (6.905%)、芳樟醇 (5.724%)、苯甲醇 (4.158%)、冰醋酸 (3.748%)、橙花醇 (3.268%)、苯乙醛 (2.979%) 等;CT2 相对含量较高的香气成分有咖啡因 (37.940%)、芳樟醇 (6.792%)、糠醇 (4.767%)、2,2,6-三甲基-6-乙基四氢-2H-咪唑-3-醇 (4.212%)、苯乙醛 (4.003%)、水杨酸甲酯 (3.152%)、顺-α,α-5-三甲基-5-乙基四氢四咪唑-2-甲醇 (2.929%)、2-甲基丁醛 (2.301%)、2-甲基吡嗪 (2.301%) 等。

表 2 香气成分名称及相对含量

Table 2 Name and relative content of aroma component

编号 No.	CAS 号 CAS No.	香气成分名称 Name of aroma component	相对含量 Relative content//%			
			CT1	XG1	XG2	CT2
1	67-56-1	甲醇	0.806	—	—	1.713
2	67-64-1	丙酮	0.802	—	—	0.675
3	75-18-3	二甲基硫	—	1.963	1.590	0.334
4	78-84-2	异丁醛	0.613	0.896	0.424	1.203
5	64-19-7	冰醋酸	0.940	0.971	3.748	1.517
6	590-86-3	异戊醛	1.260	2.209	0.818	1.404
7	96-17-3	2-甲基丁醛	1.239	2.555	0.899	2.301
8	3208-16-0	2-乙基咪唑	—	0.235	—	0.117
9	98-00-0	糠醇	—	—	—	4.767

接下表

续表 2

编号 No.	CAS 号 CAS No.	香气成分名称 Name of aroma component	相对含量 Relative content//%			
			CT1	XG1	XG2	CT2
10	1998-1-1	糠醛	0.309	0.152	1.312	1.001
11	497-23-4	2(5H)-呋喃酮	—	—	—	1.398
12	1066-42-8	二甲硅烷二醇	—	—	0.249	—
13	1576-95-0	顺-2-戊烯醇	0.245	0.126	0.284	—
14	66-25-1	正己醛	0.169	0.489	0.241	—
15	109-08-0	2-甲基吡嗪	0.295	—	0.425	2.301
16	6728-26-3	2-己烯醛	—	—	0.926	—
17	544-12-7	反式-3-己烯-1-醇	1.111	—	0.588	—
18	928-95-0	反式-2-己烯-1-醇	0.168	0.143	0.275	—
19	66-25-1	正己醇	—	0.192	0.128	—
20	71228-22-3	5-(benzylamino)-2-(4-tert-butylphenyl)-1,3-oxazole-4-carbonitrile	0.229	0.372	—	—
21	2415-72-7	Propylcyclopropane	0.255	—	—	—
22	543-49-7	(S)-(+)-2-庚醇	0.280	0.507	—	—
23	1192-62-7	2-乙酰基呋喃	0.268	—	0.401	—
24	108-50-9	2,6-二甲基吡嗪	0.226	—	0.244	0.114
25	620-02-0	5-甲基呋喃醛	0.109	—	0.357	0.213
26	100-52-7	苯甲醛	0.537	0.666	1.781	1.241
27	2314-78-5	N-乙基马来酰亚胺	—	—	0.438	—
28	3777-69-3	2-正戊基呋喃	—	1.229	0.598	0.100
29	127-91-3	beta-蒎烯	0.352	—	—	—
30	4030-22-2	3,4-DIMETHYL-2,5-DIHYDRO-1H-PYRROL-2-ONE	1.674	—	0.851	0.413
31	5989-27-5	(+)-柠檬烯	—	—	—	0.834
32	1003-29-8	2-吡咯甲醛	—	—	0.121	0.249
33	100-51-6	苯甲醇	2.676	3.901	4.158	0.980
34	3338-55-4	罗勒烯异构体混合物	0.187	—	0.212	0.172
35	122-78-1	苯乙醛	1.415	1.569	2.979	4.003
36	2167-14-8	1-Ethyl-1H-pyrrole-2-carbaldehyde	1.688	1.366	1.468	1.877
37	1072-82-8	3-乙酰基吡咯	0.726	—	0.821	—
38	5989-33-3	顺- $\alpha$ , $\alpha$ -5-三甲基-5-乙炔基四氢呋喃-2-甲醇	0.442	0.329	—	2.929
39	78-70-6	芳樟醇	17.477	20.998	5.724	6.792
40	13741-21-4	(E)-2,6-Dimethyl-3,7-octadiene-2,6-diol	1.117	—	1.654	—
41	1960-12-8	苯乙醇	8.027	9.343	9.882	1.591
42	2314-78-5	N-乙基琥珀酰亚胺	0.425	0.215	0.471	1.711
43	14049-11-7	2,2,6-三甲基-6-乙炔基四氢-2H-呋喃-3-醇	0.678	0.329	0.561	4.212
44	119-36-8	水杨酸甲酯	5.598	4.138	6.905	3.152
45	496-16-2	2,3-二氢苯并呋喃	0.338	0.497	0.447	—
46	106-25-2	橙花醇	7.106	1.721	3.268	1.211
47	31295-56-4	2,6,11-TRIMETHYLDODECANE	—	0.645	0.154	—
48	4411-89-6	$\alpha$ -亚乙基-苯乙醛	—	—	0.138	0.265
49	128-37-0	抗氧化剂 264	—	—	—	0.281
50	488-10-8	茉莉酮	0.185	0.248	0.120	—
51	29873-99-2	(-)- $\gamma$ 1-ethenyl-1-methyl-2-(1-methylethenyl)-4-(1-methylethylidene)-cyclohexane, $\gamma$ -elemene	—	0.377	0.255	—
52	483-76-1	(+)-DELTA-CADINENE	—	0.133	0.313	—
53	7212-44-4	橙花叔醇	1.116	1.117	0.798	—
54	629-78-7	正十七烷	—	0.521	0.257	—
55	102608-53-7	3,7,11,15-四甲基己烯-1-醇(叶绿醇)	0.856	0.396	0.209	0.081
56	1958-8-2	咖啡因	28.691	27.984	34.975	37.940
57	1957-10-3	棕榈酸	0.099	0.217	—	0.605
58	150-86-7	植物醇	—	—	0.277	0.286

注：“—”代表未检出

Note: “—” means not detected

CT1、XG1、XG2 共有的香气物质 23 种,分别占 81.76%、82.03%、81.75%,其中苯甲醇(芳香)、苯甲醛(杏仁味)、苯乙醇(玫瑰花香)、2-甲基丁醛、水杨酸甲酯(薄荷香味)、橙

花醇(柑橘香)、咖啡因、芳樟醇(玉兰花香)的含量较高,这些物质奠定了“桂热 2 号”红茶的香气基调。香气成分的含量差异是区分红茶种类的重要因素之一;CT1 的反式-3-乙

烯-1-醇、3,4-DIMETHYL-2,5-DIHYDRO-1H-PYRROL-2-ONE、水杨酸甲酯、橙花醇显著高于 CT2,特别是橙花醇高出了 312.90%;而 CT1 的二甲基硫、异戊醛、2-正戊基咪喃、苯甲醇、芳樟醇、苯乙醇的含量低于 CT2。XG1 的异戊醛、2-甲基丁醛、2-正戊基咪喃、芳樟醇、橙花叔醇含量高于 XG2,其中芳樟醇尤为明显(高出 266.84%);而 XG1 的冰醋酸、糠醛、苯甲醛、苯甲醇、苯乙醛、橙花醇、咖啡因含量低于 XG2,其中咖啡因较为明显。综上得知,红茶经过晒青摇青过程后,香气特征由花香向甜果香的转化,新工艺“桂热 2 号”成品红茶表现为甜香明显、香味持久;以单芽和一芽一叶为原料的“桂热 2 号”红茶香气也有区别,单芽红茶的芳樟醇含量更高且咖啡因含量较低。CT2 的苯乙醇、芳樟醇、橙花醇、橙花叔醇、水杨酸甲酯、苯甲醇的含量显著低于 CT1、XG1、XG2;CT2 的咖啡因、2,2,6-三甲基-6-乙炔基四氢-2H-咪喃-3-醇、苯乙醛(似风信子香气)、糠醇、2(5H)-咪喃酮、顺- $\alpha,\alpha$ -5-三甲基-5-乙炔基四氢化咪喃-2-甲醇显著高于 CT1、XG1、XG2,“桂热 2 号”红茶香气表现为甜毫香+花果香,云南滇红香气表现为花果香。

### 3 结论

(1)“桂热 2 号”红茶主要香气成分有咖啡因、芳樟醇、苯甲醇、苯甲醛、苯乙醇、2-甲基丁醛、水杨酸甲酯、橙花醇等。与云南滇红比较主要香气成分类别差异不大,但各香气成分所占比例有较大区别,“桂热 2 号”红茶中的苯乙醇、芳樟醇、橙花醇、橙花叔醇、水杨酸甲酯、苯甲醇等成分显著高

于云南滇红。传统工艺条件下,“桂热 2 号”红茶香气感官表现为甜毫香+花果香,云南滇红香气表现为花果香,总体香气评价“桂热 2 号”红茶优于云南滇红。

(2)4 个茶样中 XG1 总体表现最佳,XG1 工艺为“桂热 2 号”单芽鲜叶→晒青(晴天傍晚,地表温度 30℃,30 min)→萎凋(至手握微感刺手)→揉捻→发酵(4~5 h)→做形→毛火→摊凉→足火→精制→成品茶。新工艺将乌龙茶晒青工艺与红茶传统工艺相结合,利用太阳紫外线及日光温度促进茶叶中香气物质(芳樟醇等)生成及转化,使“桂热 2 号”红茶香气特性从花果香到甜香转变,且香气持久性更好。

### 参考文献

- [1] 中国茶叶流通协会. 2017 年度世界茶叶产销形势发展报告[J]. 茶世界, 2018(12): 24-36.
- [2] 宛晓春. 茶叶生物化学[M]. 3 版. 北京: 中国农业出版社, 2003: 39-49.
- [3] 赵丹, 吕有才. 红茶香气研究进展[J]. 安徽农业科学, 2016, 44(23): 45-46, 83.
- [4] 任洪涛, 周斌, 方林江, 等. 云南红茶加工过程中香气成分的变化[J]. 食品与发酵工业, 2013, 39(3): 187-191.
- [5] 阳景阳, 冯红钰, 何文, 等. 花香型黄观音红茶加工技术及内含物分析[J]. 安徽农业科学, 2018, 46(34): 155-157.
- [6] 罗莲凤, 梁光志, 蓝庆江, 等. 茶树新品种桂热 2 号适制性研究[J]. 江苏农业科学, 2012, 40(5): 239-241.
- [7] 罗莲凤, 马仙花, 梁光志, 等. 不同加工工艺对桂热 2 号白茶品质的影响[J]. 南方农业学报, 2012, 43(6): 847-850.
- [8] 李子平, 梁光志, 阳景阳, 等. 花香型桂热 2 号黄茶的研制[J]. 安徽农业科学, 2019, 47(3): 142-143, 182.
- [9] 国家质量监督检验检疫总局. 茶磨碎试样的制备及其干物质含量测定; GB/T 8303—2013[S]. 北京: 中国标准出版社, 2013.
- [10] 国家质量监督检验检疫总局. 茶叶感官审评方法; GB/T 23776—2018[S]. 北京: 中国标准出版社, 2018.
- [11] 苗静, 曹玉珍, 杨仁杰, 等. 基于二维相关近红外谱参数化及 BP 神经网络的掺杂牛奶鉴别[J]. 光谱学与光谱分析, 2013, 33(11): 3032-3035.
- [12] 荣菡. 基于近红外光谱的模式识别技术用于鲜乳掺假检测的研究[D]. 南昌: 南昌大学, 2008.
- [13] 刘波平. 近红外光谱技术在多组分检测及模式识别中的应用研究[D]. 南京: 南京理工大学, 2011.
- [14] 郑艳艳, 吴雪辉. 掺伪茶叶的化学模式识别方法研究[J]. 食品工业科技, 2014, 35(7): 115-118.
- [15] 李宗朋, 王健, 张晓磊, 等. 基于近红外光谱技术的沙棘籽油鉴别方法研究[J]. 中国油脂, 2014, 39(2): 57-62.
- [16] 蔡立晶, 蔡立娟, 李文勇, 等. 基于近红外透射光谱及神经网络的大豆油质量分析[J]. 湖北农业科学, 2015, 54(1): 175-177.
- [17] 张东生, 金青哲, 王兴国, 等. 基于脂肪酸组成甄别油茶籽油掺伪的研究[J]. 中国粮油学报, 2015, 30(1): 124-128.
- [18] 苏东林, 张菊华, 李高阳, 等. 近红外光谱结合化学计量学在茶籽调和油品检测中的应用研究进展[J]. 中国食品学报, 2018, 18(7): 332-338.
- [19] 张菊华, 朱向荣, 尚雪波, 等. 近红外光谱结合偏最小二乘法用于纯茶油中掺杂菜籽油和大豆油的定量分析[J]. 食品工业科技, 2012, 33(3): 334-336.
- [20] 孙通, 吴宜青, 李晓珍, 等. 基于近红外光谱和子窗口重排分析的山茶油掺假检测[J]. 光学学报, 2015, 35(6): 350-357.
- [21] YUAN J J, WANG C Z, CHEN H X, et al. Identification and detection of adulterated *Camellia oleifera* Abel. oils by near infrared transmittance spectroscopy[J]. International journal of food properties, 2016, 19(2): 300-313.
- [22] LI S F, ZHU X R, ZHANG J H, et al. Authentication of pure camellia oil by using near infrared spectroscopy and pattern recognition techniques[J]. Journal of food science, 2012, 77(4): 374-380.

(上接第 206 页)

离聚类分析更迅速。说明 BP 网络作为一种无教师学习的神经网络, 面对更加复杂多元的掺伪体系, 突出了自学习、自组织、自适应和容错能力的优势, 且运算快速, 模型精度较高。

### 参考文献