

黔北不同茶产区绿茶感官品质及香气成分分析

旦艺豪¹, 蒋梓烨¹, 刘燕¹, 孙思思², 吴俨^{1*}

(1. 贵阳学院 生物与环境工程学院, 贵州 贵阳 550005; 2. 贵州省山地环境气候研究所, 贵州 贵阳 550005)

摘要: 为探究黔北五大产区主栽品种福鼎大白所制绿茶感官评审品质、香气的物质基础以及其主要的呈香特征, 采用感官审评与顶空固相微萃取技术结合气相色谱-质谱联用技术, 对不同产区绿茶的挥发性香气成分进行比较分析。结果表明: 五大产区绿茶均呈现较好的香气, 如嫩香、栗香等纯正香气, 且不同产区茶汤滋味差异较为明显, 桐梓产区存在明显浓、苦的滋味。在五大产区的绿茶中共分离鉴定出 68 种香气成分, 包括醇类、醛类、烃类、酮类等化合物。2-乙基己醇、 β -环柠檬醛、天然壬醛、戊醛、丙酮、(-)- α -蒎烯、(-)- α -柏木烯等共同构成黔北绿茶香气成分。其中, 道真、凤冈两产区香气成分比较突出, 具有较高的香气和锐度。桐梓和正安两产区果香味较为明显, 有明显的花香以及微弱的蜜甜水果香气。

关键词: 黔北; 绿茶; 品质; 挥发性成分; 气相色谱-质谱联用

Sensory Quality and Aroma Composition of Green Tea from Different Tea-Producing Areas in Northern Guizhou

DAN Yihao¹, JIANG Ziyue¹, LIU Yan¹, SUN Sisi², WU Yan^{1*}

(1. College of Biological and Environmental Engineering, Guiyang University, Guiyang 550005, Guizhou, China; 2. Guizhou Institute of Mountain Environment and Climate, Guiyang 550005, Guizhou, China)

Abstract: To investigate the sensory evaluation quality, material basis of the aroma and the main aroma characteristics of green tea made from Fuding white tea, the main cultivar of five tea-producing areas in northern Guizhou, this paper comparatively analyzed the volatile aroma components of green tea from different tea-producing areas by adopting the combination of sensory evaluation, headspace solid-phase micro-extraction, and gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) technology. The results showed that the green tea from five areas all featured better aromas, such as the tender fragrance, chestnut aroma and other pure aromas, and the difference in tea soup flavor among different areas is relatively obvious, with notably strong and bitter taste in the Tongzi tea-producing area. Additionally, GC-MS was adopted to isolate and identify a total of 68 aroma components such as alcohols, aldehydes, hydrocarbons, ketones in the green tea of the five areas. 2-ethyl hexanol, β -cyclocitral, nonanal, pentanal, acetone, (-)- α -pinene, and (-)- α -cedrene together constitute the aroma components of the green tea in northern Guizhou. Among them, the aroma components of the two tea-producing areas Daozhen and Fenggang were more prominent, characterized by higher aroma and sharpness. The fruity aromas of the tea-producing areas, Tongzi and Zheng'an, were more notable, with obvious floral aromas and weak honey-sweet fruit aroma.

Key words: northern Guizhou; green tea; quality; volatile component; gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS)

引文格式:

旦艺豪, 蒋梓烨, 刘燕, 等. 黔北不同茶产区绿茶感官品质及香气成分分析[J]. 食品研究与开发, 2025, 46(4): 155-161.

基金项目: 贵州省第七批高层次创新型人才遴选培养计划项目; 贵州省教育厅重点领域项目(黔教合 KY 字[2020]047)

作者简介: 旦艺豪(1991—), 男(汉), 实验师, 硕士研究生, 研究方向: 农业生态学、多功能农业。

*通信作者: 吴俨(1987—), 男, 博士研究生, 研究方向: 植物与保护。

DAN Yihao, JIANG Ziyue, LIU Yan, et al. Sensory Quality and Aroma Composition of Green Tea from Different Tea-Producing Areas in Northern Guizhou[J]. Food Research and Development, 2025, 46(4): 155-161.

贵州省作为我国一级茶区,全省茶园平均海拔1 000 m以上,是全国唯一低纬度、高海拔、寡日照兼具的茶区,集海拔高度、年均气温、日照时数、空气温度、年降雨量、土壤酸碱度等自然条件之优势,是最适宜茶树生长的地区之一^[1]。全省九个市(州)均有茶叶产出,其中遵义市(黔北)、铜仁市、黔南州是主要的产茶区,黔北产量最高。贵州绿茶的水浸出物、氨基酸、茶多酚等多项指标的平均含量均高于全国其他地区^[2],产品以贵州绿茶尤为突出,其滋味鲜爽、汤色明亮、常显“嫩栗香”,酚氨比值低,水浸出物高,具有醇而不涩、浓而不苦的特点^[3]。

绿茶品质主要分为感官品质和生化成分品质,受绿茶中主要生化成分含量影响。香气是感官品质评价的重要因子,形成茶叶香气的挥发性化合物种类多、含量低,而且不同挥发性化合物所产生的味道不同,对茶叶所表现的香气特点都有影响^[4]。绿茶香气的特点主要有嫩香、清香、栗香或嫩栗香、花香等特征性香型^[5]。参考 GB/T 14487—2017《茶叶感官审评术语》,嫩香是指嫩茶所特有的愉悦细腻的香气,清香意指香气清新纯净,板栗香类似于熟栗子香气,花香的描述语为类似鲜花的香气且新鲜悦鼻。

茶叶中香气成分种类繁多,香气类型丰富多变,茶中已被发现并鉴定出的香气成分多达 700 种,有醇、醛、酮、酸、酯、酚及其衍生物、硫化物等大类十余种^[6-7]。绿茶中含量较高的香气成分主要有香叶醇、芳樟醇、橙花叔醇、己酸-顺-3-己烯酯、壬醛、3,7-二甲基-1,5,7-辛三烯-3-醇、顺-2-己烯醛、叶绿醇、庚醛、顺-茉莉酮^[8-9]。在不同的茶树品种、不同工艺、不同生长区域下,各种芳香物质以不同比例组合,形成了丰富多变

的香气类型,所以才有毫香、花香、果香、火香、甜香等香气类型,从而使茶叶品质不同^[10]。

本试验采用顶空固相微萃取(head space-solid phase micro extraction, HS-SPME)结合气相色谱-质谱联用(gas chromatography-mass spectrometry, GC-MS)技术,对黔北不同产区名优绿茶香气成分进行鉴定和分析,揭示黔北不同产区绿茶香气成分中的差异性,以期未来贵州省绿茶产区的选择、品质提升及品牌推广提供参考。

1 材料和方法

1.1 材料与仪器

以黔北五大主要茶产区湄潭、凤冈、道真、桐梓、正安为取样地点,选取的采样茶园具备统一的管理模式、相同的施肥标准、相同的采收标准且均为成龄茶树。采收一芽一叶,3月25日左右的明前茶鲜叶,鲜叶到成品茶的加工委托工厂按照 DB52/T 442.1—2017《贵州绿茶 第1部分:基本要求》进行生产。

GC/MS 联用仪(HP6890/5975C)、HP-5MS 弹性石英毛细管柱(60 m×0.25 mm×0.25 μm):美国安捷伦公司。

1.2 试验方法

1.2.1 感官审评方法

感官审评参照 GB/T 23776—2018《茶叶感官审评方法》进行,准确称取 3.0 g 绿茶样品,加入 150 mL 沸水冲泡 4 min,滤出茶汤,由 3 名专业评茶人员对每个茶样进行密码审评,对茶的外形、汤色、香气、滋味、叶底进行描述及打分,感官审评评分标准和评分系数见表 1。

表 1 感官审评评分标准和评分系数

Table 1 Sensory evaluation scoring criteria and scoring coefficients

项目	优(90~100)	良(80~<90)	合格(70~<80)	评价系数/%
外形	青绿、肥壮紧实,显白毫、匀整	青绿、肥壮紧实、匀整、幼嫩茎	绿、尚肥壮、尚匀整、有茎梗	25
汤色	黄绿、明亮、纯净透明	黄绿、尚亮、纯净透明	嫩黄、较亮、少有浑浊	10
香气	清香或板栗香,香气馥郁持久	纯正、香气浓郁但持久性稍差	香气平和、持久性较差	25
滋味	浓厚鲜爽、无异味、有回甘	浓厚较鲜、稍带苦涩味	滋味平和、带苦涩味	30
叶底	嫩绿或黄绿、匀整、无焦叶或红梗	墨绿、较匀整、无焦叶或红梗	尚匀整、少许焦叶或红梗	10

每个因子总分 100,茶样感官评定总分为各个因子的单项得分乘以评分系数之和,计算公式如下。

$$Y = a \times 25\% + b \times 10\% + c \times 25\% + d \times 30\% + e \times 10\%$$

式中:Y 为感官评定总分;a 为外形得分;b 为汤色得分;c 为香气得分;d 为滋味得分;e 为叶底得分。

1.2.2 挥发性成分检测方法

顶空固相微萃取(HS-SPME):准确称取混匀茶叶样品 2.5 g,置于 25 mL 固相微萃取采样瓶中,插入装有 2 cm-50/30 μm 固相微萃取头(涂层为二乙烯基苯-羧乙基-聚二甲硅氧烷共聚物纤维头)的手动进样器,顶

空萃取 60 min 后,移出萃取头并立即插入气相色谱-质谱联用仪进样口(温度 250 °C),热解吸进样。

气相色谱-质谱联用(GC-MS)条件:HP-5MS 弹性石英毛细管柱(60 m×0.25 mm×0.25 μm);升温程序为初始温度 50 °C,保留 2 min,以 3.5 °C/min 升温至 180 °C,再以 10 °C/min 升温至 310 °C;运行时间 52.14 min;汽化室温度 250 °C;载气为高纯 He(99.999%),流速 1.0 mL/min;不分流进样;溶剂延迟时间 3 min。电子轰击电离(electron impact, EI);离子源温度 230 °C;电子能量 70 eV;检测器增益电压 1 635 V;接口温度 280 °C;扫描范围 m/z 为 29~500。

定性分析:质谱结果经质谱计算机数据系统检索及 Wiley.lib 数据库和美国国家标准技术研究所(National Institute of Standards and Technology, NIST) 14.lib

标准质谱图对比的结果予以分析。

半定量分析:采用峰面积归一化法计算各化学成分的相对含量。

1.3 数据统计与分析

试验数据利用 SPSS 26.0 软件进行整理和分析,结果以平均值±标准差表示。

2 结果与分析

2.1 感官审评结果分析

感官审评是指在规定的的环境条件、设备条件及有序的评茶方法下,由具备资质条件、专业的评茶人员依靠嗅觉、味觉、视觉和触觉,对茶叶品质进行评价,具有一定的主观性^[1]。绿茶样品感官评审结果如表 2 所示。

表 2 绿茶样品感官评审结果

Table 2 Sensory evaluation results of green tea samples

样品	外形		汤色		香气		滋味		叶底		总分
	描述	得分	描述	得分	描述	得分	描述	得分	描述	得分	
湄潭	较紧细绿较润、 弯曲、带毫	90.00± 2.94 ^a	嫩黄绿、 较明亮	89.67± 4.03 ^a	嫩香	86.00± 7.79 ^a	较浓、微涩	83.33± 5.44 ^{ab}	细嫩、多芽、 嫩绿较亮、匀整	89.33± 4.64 ^a	86.70± 5.39 ^a
凤冈	弯曲绿、略带毫	86.00± 5.72 ^{ab}	嫩黄绿、 较明亮	89.50± 1.08 ^a	栗香、 略带高火	90.33± 6.24 ^a	浓醇、 带高火味	89.67± 5.79 ^a	细嫩、绿	83.33± 7.41 ^{ab}	88.48± 5.57 ^a
道真	紧细弯曲、绿、 尚匀整	85.67± 4.19 ^{ab}	黄绿、明亮	88.33± 3.86 ^a	栗香	90.33± 3.68 ^a	鲜、较醇	88.00± 2.45 ^a	细嫩、嫩绿、 较匀整	86.00± 5.72 ^{ab}	88.07± 3.58 ^a
桐梓	弯曲绿、带霜、 尚匀整	78.33± 4.64 ^{ab}	黄	81.00± 2.94 ^{ab}	尚纯	76.33± 8.18 ^b	浓、苦	73.33± 9.57 ^b	较细嫩、黄绿、 带红梗	78.33± 6.24 ^{ab}	76.50± 7.12 ^a
正安	紧细卷曲黄绿、 略带毫、较匀整	86.83± 5.63 ^{ab}	黄绿、明亮	90.00± 2.94 ^a	栗香	87.83± 5.57 ^a	鲜、较醇	88.83± 5.84 ^a	细嫩、绿、 较匀整	84.00± 8.64 ^{ab}	87.77± 5.62 ^a

注:同列不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。

由表 2 可知,各样品间总分差异不大,各产区间差异较小,凤冈、道真两地绿茶样品的总分相对较高,桐梓的总分低于其他产区。在汤色方面,桐梓产区绿茶样品的得分低于其他产区。桐梓产区香气尚纯,香气得分较其他产区相对较低,其他产区间差异不大,均呈现较好的香气,如嫩香、栗香等纯正香气,板栗香型主

要是杀青和高温干燥过程中发生美拉德反应而形成^[12]。不同产区茶汤滋味差异较为明显,桐梓产区存在明显浓、苦的滋味;叶底方面,湄潭、道真两地得分明显高于其他产区,细嫩、多芽、匀整、绿、明亮是其主要特征。

2.2 不同产区绿茶香气成分鉴定

5 个不同产区绿茶中的香气成分鉴定结果见表 3。

表 3 5 个不同产区绿茶中的香气成分鉴定结果

Table 3 Identification results of aroma components in green tea from five tea-producing areas

种类	序号	名称	分子式	保留 时间/min	相对含量/%				
					湄潭	道真	凤冈	桐梓	正安
醇类	1	(S)-(-)-1-苯基乙醇	C ₈ H ₁₀ O	21.50	-	5.63	7.56	-	-
	2	1-戊醇	C ₅ H ₁₂ O	7.90	-	1.48	0.97	-	-
	3	1-戊烯-3-醇	C ₅ H ₁₀ O	15.40	0.18	1.03	1.47	-	-
	4	2,5-二甲基环己醇	C ₈ H ₁₆ O	21.10	1.13	-	-	-	-
	5	2-苯乙醇	C ₈ H ₁₀ O	21.40	13.53	-	-	13.72	11.12
	6	2-乙基己醇	C ₈ H ₁₈ O	17.60	4.85	5.84	8.43	4.83	1.97
	7	3-己烯-1-醇	C ₆ H ₁₂ O	10.60	-	1.09	-	-	-
	8	4-戊烯-1-醇	C ₅ H ₁₀ O	7.90	-	0.64	-	-	-

续表3 5个不同产区绿茶中的香气成分鉴定结果

Continue table 3 Identification results of aroma components in green tea from five tea-producing areas

种类	序号	名称	分子式	保留 时间/min	相对含量/%				
					湄潭	道真	凤冈	桐梓	正安
醇类	9	苯甲醇	C ₇ H ₈ O	17.90	-	10.82	15.70	-	-
	10	苯醇	C ₇ H ₈ O	18.03	16.75	-	-	22.19	14.13
	11	沉香醇	C ₁₀ H ₁₈ O	20.62	3.11	-	-	3.17	0.47
	12	反-α 反-α,α-5-三甲基-5-乙烷基四氢化-2-呋喃甲醇	C ₁₀ H ₁₈ O ₂	20.21	0.95	0.39	0.86	-	0.19
	13	芳樟醇	C ₁₀ H ₁₈ O	20.63	-	0.86	2.55	-	-
	14	正己醇	C ₆ H ₁₄ O	11.06	-	0.55	-	-	-
			总量			40.50	28.33	37.54	43.91
醛类	15	1-戊醛	C ₅ H ₁₂ O	7.91	-	-	-	0.16	0.25
	16	2-甲基丁醛	C ₅ H ₁₀ O	-	-	0.47	-	-	-
	17	3-甲基丁醛	C ₅ H ₁₀ O	-	0.15	0.84	0.24	-	-
	18	β-环柠檬醛	C ₁₀ H ₁₆ O	25.84	0.64	0.47	0.88	0.43	0.57
	19	苯甲醛	C ₇ H ₆ O	14.98	0.58	0.94	-	0.43	0.80
	20	苯乙醛	C ₈ H ₈ O	18.29	-	1.78	-	-	-
	21	苯甲醛	C ₈ H ₈ O	18.35	0.11	-	-	-	2.44
	22	反-2-庚烯醛	C ₇ H ₁₂ O	14.51	-	1.09	-	-	-
	23	反式-2-辛烯醛	C ₈ H ₁₄ O	18.82	-	0.41	-	-	-
	24	庚醛	C ₇ H ₁₄ O	12.29	1.13	1.51	1.10	-	-
	25	癸醛	C ₁₀ H ₂₀ O	24.99	-	0.56	-	-	-
	26	己醛	C ₆ H ₁₂ O	8.77	-	3.23	3.46	1.98	0.38
	27	青叶醛	C ₆ H ₁₀ O	10.52	-	0.62	-	-	-
	28	天然壬醛	C ₉ H ₁₈ O	20.77	1.94	4.31	3.98	7.31	2.34
	29	戊醛	C ₅ H ₁₀ O	6.355	1.12	3.81	2.67	1.09	0.75
30	正庚醛	C ₇ H ₁₄ O	12.28	-	-	-	3.79	-	
31	正己醛	C ₇ H ₁₄ O	8.78	-	-	-	-	0.26	
32	正辛醛	C ₈ H ₁₆ O	16.47	-	0.68	0.51	0.69	0.19	
		总量			5.67	20.72	12.84	15.88	7.98
酮类	33	5,6,7,7a-四氢-4,7,7a-三甲基-2-(4H)-苯并呋喃酮	C ₁₁ H ₁₆ O ₂	37.71	-	0.44	-	-	-
	34	6,10-二甲基-3,9-十一碳二烯-2-酮	C ₁₃ H ₂₂ O	34.52	-	0.30	-	-	-
	35	丙酮	C ₃ H ₆ O	4.41	0.51	1.18	1.25	0.31	0.44
	36	甲基庚烯酮	C ₈ H ₁₄ O	15.82	0.38	0.84	0.14	-	-
	37	茉莉酮	C ₁₁ H ₁₆ O	32.82	1.04	-	-	1.30	0.37
		总量			1.93	2.76	1.39	1.61	0.81
烷烃类	38	2,2,4,6,6-五甲基庚烷	C ₁₂ H ₂₆	15.87	-	1.17	-	-	-
	39	2-甲基十三烷	C ₁₄ H ₃₀	31.39	0.92	0.39	-	-	0.35
	40	二十二烷	C ₂₂ H ₄₆	50.23	-	1.01	-	-	-
	41	十二烷	C ₁₂ H ₂₆	24.70	1.04	1.69	0.46	0.25	0.35
	42	十六烷	C ₁₆ H ₃₄	39.44	-	0.79	-	-	-
	43	十三烷	C ₁₃ H ₂₈	28.70	2.72	-	-	-	0.79
	44	十四烷	C ₁₄ H ₃₀	32.49	4.72	2.15	2.56	1.31	0.79
	45	十五烷	C ₁₅ H ₃₂	36.08	1.55	0.44	0.71	0.37	1.47
	46	正十六烷	C ₁₆ H ₃₄	39.47	0.60	-	-	-	1.61
		总量			11.55	7.64	3.73	1.93	5.36

续表3 5个不同产区绿茶中的香气成分鉴定结果

Continue table 3 Identification results of aroma components in green tea from five tea-producing areas

种类	序号	名称	分子式	保留 时间/min	相对含量/%				
					湄潭	道真	凤冈	桐梓	正安
烯烃类	47	(-)- α -蒎烯	C ₁₅ H ₂₄	31.98	0.42	0.48	0.48	0.74	0.74
	48	(-)- α -柏木烯	C ₁₅ H ₂₄	33.47	0.75	0.29	2.42	0.21	0.70
	49	(3E)-4,8-二甲基壬-1,3,7-三烯	C ₁₁ H ₁₈	21.28	0.86	0.97	-	-	-
	50	4,11,11-三甲基-8-亚甲基-二环[7.2.0]4-十一烯	C ₁₅ H ₂₄	33.68	1.06	0.81	1.11	0.67	2.83
	51	10(14)-香橙烯	C ₁₅ H ₂₄	32.24	0.59	-	-	-	-
	52	异长叶烯	C ₁₅ H ₂₄	33.24	-	0.25	-	-	0.65
			总量			3.68	2.80	4.01	1.62
酯类	53	二氢猕猴桃内酯	C ₁₁ H ₁₆ O ₂	37.75	0.22	-	-	-	-
	54	3-甲基丁酸戊酯	C ₅ H ₁₀ O ₂	10.138	-	0.42	-	-	-
	55	棕榈酸甲酯	C ₁₇ H ₃₄ O ₂	46.09	-	1.01	-	-	-
	56	亚油酸甲酯 9,12	C ₁₉ H ₃₄ O ₂	48.24	-	1.51	-	-	-
	57	反-9-十八碳烯酸甲酯	C ₁₉ H ₃₆ O ₂	48.29	-	2.02	-	-	-
		总量			0.22	4.96	-	-	-
酸类	58	醋酸	C ₂ H ₄ O ₂	4.98	-	2.47	2.86	-	-
	59	己酸	C ₆ H ₁₂ O ₂	5.03	-	0.77	-	0.29	0.52
			总量			-	3.24	2.86	0.29
杂环类	60	(1S,8aR)-1-异丙基-4,7-二甲基-1,2,3,5,6,8a-六氢萘	C ₁₅ H ₂₄	37.26	0.40	0.48	0.38	-	1.35
	61	2-(氯甲基)-1-甲基-1H-咪唑盐酸盐	C ₁₂ H ₂₆	23.45	-	0.42	-	-	-
	62	茶吡咯	C ₇ H ₉ NO	18.62	0.24	-	-	-	0.32
	63	对丙烯基茴香醚	C ₁₀ H ₁₂ O	28.51	-	-	-	-	0.35
	64	二甲基硫醚	C ₂ H ₆ S	4.53	1.49	3.43	2.21	2.48	1.18
	65	黄樟	C ₁₀ H ₁₀ O ₂	38.61	-	-	-	-	1.12
	66	甲基丁香酚	C ₁₁ H ₁₄ O ₂	32.85	-	0.39	-	-	0.97
	67	咖啡因	C ₈ H ₁₀ N ₄ O	45.63	1.38	2.43	1.82	1.10	3.58
	68	榄香	C ₁₂ H ₁₆ O ₃	38.21	0.33	3.11	0.60	0.36	5.49
			总量			3.84	10.26	5.01	3.94

注:-表示未检测出。

由表3可知,通过SPME-GC-MS分析得出5个不同产区的绿茶中共分离出68种香气成分,包含醇类、醛类、酮类、烯烃类、烷烃类、酯类、酸类、杂环类。其中,道真产区检测出52种、正安产区35种、湄潭产区34种、凤冈产区27种、桐梓产区24种,不同产区的绿茶在香气成分的组成上存在较为明显的差异,各产区香气成分相对含量也存在较大差异。68种挥发性香气成分中主要包括18种醛类、5种酮类、14种醇类、9种烷烃类、6种烯烃类、5种酯类、2种酸类、9种杂环类化合物。

2.2.1 不同产区绿茶的香气成分种类差异

从表3可以看出,5个不同产区绿茶样品的香气成分主要为醇类(27.88%~43.91%)、醛类(5.67%~20.72%)、酮类(0.81%~2.76%)、烷烃类(1.93%~11.55%)、烯烃类(1.62%~4.92%)、酸类(0.29%~3.24%)、酯类(0.22%~4.96%)以及杂环类化合物(3.84%~14.36%)。道真产区共有52种香气物质,占比较大的香气成分主要有

醛类、醇类、杂环类。其中醇类化合物占比28.33%,苯甲醇的相对含量是10.82%、2-乙基己醇的相对含量是5.84%;醛类化合物的相对含量是20.72%,相对含量较高的为天然壬醛(4.31%)。正安产区绿茶主要检测出35种香气成分,其中起到主要贡献作用的香气组成以醇类、杂环类为主,其中相对含量较高的化合物分别为苜醇(14.13%)、2-苯乙醇(11.12%)、榄香(5.49%)、咖啡因(3.58%)等。湄潭产区绿茶共检测出的香气成分相对含量较高,主要包括醇类、烷烃类、酮类,共计有34种香气成分,其中相对含量较高的为苜醇(16.75%)、2-苯乙醇(13.53%)、2-乙基己醇(4.85%)、十四烷(4.72%)、沉香醇(3.11%)。凤冈产区的绿茶香气成分组成主要以醇类、醛类、烯烃类、烷烃类以及杂环类化合物为主,共检测出27种,其中相对含量较高的香气成分分别为苯甲醇(15.70%)、2-乙基己醇(8.43%)、(S)-(-)-1-苯基乙醇(7.56%)、天然壬醛

(3.98%)、己醛(3.46%)、戊醛(2.67%)、十四烷(2.56%)、芳樟醇(2.55%)。桐梓产区的绿茶中共检测到24种香气成分,主要包括醇类、醛类、烷烃类、烯烃类化合物等,其中相对含量较高的香气成分分别为苜醇(22.19%)、2-苯乙醇(13.72%)、天然壬醛(7.31%)、正庚醛(3.79%)。

由表3可知,5个产区的绿茶香气成分差异较为明显,道真产区香气物质成分种类较多,相对含量也较多。3-己烯-1-醇、4-戊烯-1-醇、正己醇、2-甲基丁醛、苯乙醛、反-2-庚烯醛、反式-2-辛烯醛、癸醛、青叶醛、5,6,7,7a-四氢-4,7,7a-三甲基-2-(4H)-苯并咪唑酮、6,10-二甲基-3,9-十一碳二烯-2-酮、2,2,4,6,6-五甲基庚烷、二十二烷、十六烷、3-甲基丁酸戊酯、棕榈酸甲酯、亚油酸甲酯9,12、反-9-十八碳烯酸甲酯、2-(氯甲基)-1-甲基-1H-咪唑盐酸盐仅在道真产区的绿茶样品中检出,在其他产区均未检出。2-乙基己醇、 β -环柠檬醛、天然壬醛、戊醛、丙酮、十二烷、十四烷、十五烷、(-)- α -蒎烯、(-)- α -柏木烯、4,11,11-三甲基-8-亚甲基-二环[7.2.0]4-十一烯、二甲基硫醚、咖啡因、榄香在5个产区的绿茶样品中均检出,但是同类香气成分在不同茶样中所占比例有明显差异,其中湄潭产区的十四烷含量高达4.72%,而正安产区的含量仅为0.79%。整体来看,5个产区的绿茶样品醇类化合物占比明显高于其他种类化合物,湄潭产区醇类物质相对含量高达40.50%,正安产区的醇类物质含量仅为27.88%。烯烃类化合物相对含量在不同产区之间的相互差异相对较小,其中正安产区最高,为4.92%;凤冈、湄潭、道真产区的烯烃类化合物相对含量相差不大;桐梓产区烯烃类化合物相对含量最低,仅为1.62%。

2.2.2 不同产区绿茶香气成分差异

本次研究所选用的茶样均选用的是由福鼎大白品种制作而成的绿茶,为保证原料的一致性,选用同样的一芽一叶,采收日期也同在3月25日左右。茶叶的滋味和香气是决定茶叶风味与品质的主要因素^[13]。虽然原料源头基本一致,但是由于各个产区的气候环境因素差别较大,海拔高度也不同,加之不同的土壤条件、水肥条件等,均会对其香气成分物质产生较大的影响^[14]。

通过对比5个不同产区的绿茶样品,各个产区的绿茶样品的香气成分主要以醇类物质为主,其次是醛类和烷烃类。醇类化合物通常带有特殊的花香和青香^[8],绿茶在加工过程中,由于要经过高温与反复揉捻,从而引起挥发性化合物发生了较大改变。本研究共检测出的醇类物质中主要为有甜味和淡淡的花香2-乙基己醇(1.97%~8.43%),其作为5个不同产区均检测出来的香气成分,是绿茶香气成分中重要的芳香化合物。此外,还有紫丁香、铃兰香与玫瑰的花香并带有木香、果香气息的芳樟醇,以及有蜜甜水果香气的苜醇

和具有微弱芳香气味的苯甲醇^[15]也是绿茶香气成分中重要的芳香化合物。

5个不同产区均检测出来 β -环柠檬醛、天然壬醛、戊醛3种醛类成分,这几种醛类具有较为典型的青草味、甘草味、木头味^[16]。正己醛、青叶醛、己醛、反-2-庚烯醛这几种物质都具有较为明显的青草气,与贵州绿茶本身自带的栗香味比较贴切^[17]。正己醛、苯乙醛、癸醛等物质气味香甜、有花香味,道真产区中含有的这几种成分相对较为明显,湄潭、凤冈产区未能检测出以上几种物质。

碳氢类化合物在各个茶类的内含物质中的含量也相对较为丰富,一般来说烷烃类物质几乎不含有香气成分,但是却对绿茶的香气起着间接的重要作用。具有柏木、檀香气味的(-)- α -柏木烯以及无色无味的十二烷、十四烷、十五烷是5个不同产区绿茶中主要的烷烃类成分。具有典型愉快橙子香气的10(14)-香橙烯,只在湄潭产区的样品中检测出来。4,11,11-三甲基-8-亚甲基-二环[7.2.0]4-十一烯在5个产区该成分的相对含量为0.67%~2.83%。

酯类化合物多呈现水果清香,在绿茶中表现相对不明显。二氢猕猴桃内酯是具有较为典型的香豆素及麝香气味物质,但仅在湄潭产区样品中检测出。3-甲基丁酸戊酯、棕榈酸甲酯、亚油酸甲酯9,12、反-9-十八碳烯酸甲酯4种酯类化合物仅在道真产区检出,且相对含量不高。说明黔北产区绿茶木香较为明显,果香不突出,与感官评审所得结果基本一致。

酸类、杂环类化合物的种类及相对含量较低,酸类物质仅检测出醋酸、己酸两种。并且仅道真产区和凤冈产区茶样含有醋酸成分,湄潭和凤冈产区未检测出己酸。二甲基硫醚、咖啡因、榄香3种化合物在5个产区均被检出且相对含量不低。综上,这些内含物质的多变性以及复杂性促使不同产区的绿茶具有丰富的香型,对绿茶本身的滋味也具有较大影响。

3 讨论与结论

茶叶芳香物质是由多种不同成分组成的混合物综合作用的结果,与各香气成分的含量及比例高度相关,各成分对香气的作用大小取决于香气值的高低^[18]。香气成分也是茶叶品质重要的组成部分,直接决定茶叶品质的优劣以及价格的定位。本研究选取了黔北五大主要产区的茶样进行香气成分分析,结果发现五大产区的绿茶茶样均具有叶青香气,兼具有花香、甜香等基本特征,与先前文献报道结果一致^[19-20]。

通过进一步分析发现,(S)-(-)-1-苯基乙醇、1-戊醇、苯甲醇以及芳樟醇这4种化合物仅在道真、凤冈产区检出。由于芳樟醇香气较为典型,因此道真、凤冈两地的茶样具有较高的香气和锐度。桐梓、正安产区茶

样含有 2-苯乙醇、苜醇、沉香醇、1-戊醛、茉莉酮这 5 种成分,这几种成分具有较为明显的花香以及微弱的蜜甜水果香气^[21]。

5 个不同产区(道真、正安、湄潭、凤冈、桐梓)茶样分别检测出 52、35、34、27、24 种香气成分,不同产区绿茶的香气成分既有差异也有一致性。香气成分按化合物的结构类型分析,5 个产区的香气物质包括醇类、醛类、烃类、酮类等化合物。2-乙基己醇、 β -环柠檬醛、天然壬醛、戊醛、丙酮、(-)- α -蒎烯、(-)- α -柏木烯等这些成分共同构成了黔北绿茶香气成分的基调。本研究充分探讨了黔北五大产区绿茶的香气物质成分,为后期进一步促进贵州名优绿茶的生产加工和品质的提升提供科学的理论依据。

参考文献:

- [1] 黄筑斌. 贵州省茶产业现状与发展建议[J]. 农技服务, 2020, 37(10): 124-126.
HUANG Zhubin. Present situation and development suggestions of tea industry in Guizhou Province[J]. Agricultural Technology Service, 2020, 37(10): 124-126.
- [2] 张雪寒, 潘波旭, 宋勤飞, 等. 7 种贵州名优绿茶品质化学成分分析[J]. 食品安全质量检测学报, 2022, 13(16): 5105-5111.
ZHANG Xuehan, PAN Boxu, SONG Qinfei, et al. Analysis of quality chemical components of 7 kinds of famous green tea in Guizhou [J]. Journal of Food Safety & Quality, 2022, 13(16): 5105-5111.
- [3] 游小清, 王华夫, 杨亚军. 福鼎大白茶在各引种地的香型及香气品质表现[J]. 中国茶叶, 1993, 15(5): 6-7.
YOU Xiaoqing, WANG Huafu, YANG Yajun. Performance of aroma type and aroma quality of Fuding dabai tea in different introduction areas[J]. China Tea, 1993, 15(5): 6-7.
- [4] 温立香, 张芬, 何梅珍, 等. 茶叶品质评价技术的研究现状[J]. 食品研究与开发, 2018, 39(15): 197-204.
WEN Lixiang, ZHANG Fen, HE Meizhen, et al. Research situation for evaluation technology of tea quality[J]. Food Research and Development, 2018, 39(15): 197-204.
- [5] 尹鹏, 王晶晶, 王子浩, 等. 绿茶特征性香气研究进展[J]. 食品安全质量检测学报, 2021, 12(18): 7324-7332.
YIN Peng, WANG Jingjing, WANG Zihao, et al. Progress research of the characteristic aroma for the green tea[J]. Journal of Food Safety & Quality, 2021, 12(18): 7324-7332.
- [6] ZHUANG J H, DAI X L, ZHU M Q, et al. Evaluation of astringent taste of green tea through mass spectrometry-based targeted metabolic profiling of polyphenols[J]. Food Chemistry, 2020, 305: 125507.
- [7] 刘阳, 奉红琼, 宋常美, 等. 贵州省超微绿茶粉品质分析[J]. 食品研究与开发, 2021, 42(14): 26-29.
LIU Yang, FENG Hongqiong, SONG Changmei, et al. Quality analysis of ultra green tea powders in Guizhou Province[J]. Food Research and Development, 2021, 42(14): 26-29.
- [8] ZHENG X Q, LI Q S, XIANG L P, et al. Recent advances in volatiles of teas[J]. Molecules, 2016, 21(3): 338.
- [9] WANG K B, LIU F, LIU Z H, et al. Comparison of catechins and volatile compounds among different types of tea using high performance liquid chromatograph and gas chromatograph mass spectrometer[J]. International Journal of Food Science & Technology, 2011, 46(7): 1406-1412.
- [10] 陶小庆, 陈钰, 欧阳宇彤, 等. 铜仁市不同区域绿茶香气有机成分分析[J]. 广东化工, 2022, 49(6): 180-184.
TAO Xiaoqing, CHEN Yu, OUYANG Yutong, et al. Analysis of aroma components of green buds in different areas of Tongren City [J]. Guangdong Chemical Industry, 2022, 49(6): 180-184.
- [11] 尹洪旭, 杨艳芹, 姚月凤, 等. 基于气相色谱-质谱技术与多元统计分析对不同栗香特征绿茶判别分析[J]. 食品科学, 2019, 40(4): 192-198.
YIN Hongxu, YANG Yanqin, YAO Yuefeng, et al. Discrimination of different characteristics of chestnut-like green tea based on gas chromatography-mass spectrometry and multivariate statistical data analysis[J]. Food Science, 2019, 40(4): 192-198.
- [12] 尤秋爽, 李勤, 朱荫, 等. 不同香型绿茶的香气成分组成及香型形成的影响因素分析[J]. 中国茶叶, 2022, 44(1): 7-18.
YOU Qiushuang, LI Qin, ZHU Yin, et al. Research progress of aroma components in green tea with different aroma types and their influencing factors[J]. China Tea, 2022, 44(1): 7-18.
- [13] OWUOR P O, OBANDA M, NYIRENDA H E, et al. Influence of region of production on clonal black tea chemical characteristics[J]. Food Chemistry, 2008, 108(1): 263-271.
- [14] 彭云, 李果, 刘学艳, 等. 不同产地红茶香气品质的 SPME/GC-MS 分析[J]. 食品工业科技, 2021, 42(9): 237-244.
PENG Yun, LI Guo, LIU Xueyan, et al. SPME/GC-MS analysis of aroma quality of black tea from different producing areas[J]. Science and Technology of Food Industry, 2021, 42(9): 237-244.
- [15] 金友兰, 黄甜, 蒋容港, 等. 不同类型发花砖茶特征香气成分研究[J]. 食品与发酵工业, 2021, 47(3): 188-196.
JIN Youlan, HUANG Tian, JIANG Ronggang, et al. Characteristic volatile components of different types of fermented brick tea[J]. Food and Fermentation Industries, 2021, 47(3): 188-196.
- [16] ZHU Y, LV H P, SHAO C Y, et al. Identification of key odorants responsible for chestnut-like aroma quality of green teas[J]. Food Research International, 2018, 108: 74-82.
- [17] LV S D, WU Y S, LI C W, et al. Comparative analysis of Pu-erh and Fuzhuan teas by fully automatic headspace solid-phase micro-extraction coupled with gas chromatography-mass spectrometry and chemometric methods[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2014, 62(8): 1810-1818.
- [18] SAI G. Characterization of key odor compounds in steamed Chinese mitten crab(*Eriocheir sinensis*) farmed in Chongming region by monolithic material sorptive extraction-gas chromatography-olfactometry and odor activity value methods[J]. Journal of Food Safety and Quality, 2014(3): 877-888.
- [19] 王秋霜, 乔小燕, 操君喜, 等. 广东单丛茶树品种红茶香气成分的 GC-MS 分析[J]. 食品科学, 2015, 36(4): 114-118.
WANG Qiushuang, QIAO Xiaoyan, CAO Junxi, et al. Analysis of flavor components in black tea made from Guangdong Dancong tea variety by GC-MS[J]. Food Science, 2015, 36(4): 114-118.
- [20] JOSHI R, GULATI A. Fractionation and identification of minor and aroma-active constituents in Kangra orthodox black tea[J]. Food Chemistry, 2015, 167: 290-298.
- [21] 肖凌. 十种香型凤凰单丛茶香气成分分析[D]. 重庆: 西南大学, 2018.
XIAO Ling. Analysis of aroma components of ten kinds of Fenghuang Dan Cong tea[D]. Chongqing: Southwest University, 2018.

加工编辑:张昱

收稿日期:2023-11-09