

兰香型茶叶香气组分主成分分析

周天山,米晓玲,余有本,张 静,钱文俊

(西北农林科技大学 园艺学院,陕西 杨陵 712100)

摘 要:为分析兰香型茶叶的特征型香气成分,采用 HS-SPME-GC-MS 测定了 4 只兰香型茶叶的香气组分,并对其共有的香气物质进行了主成分分析,建立兰香型茶叶香气质量评价模型。结果表明:兰香型茶叶的特征性香气成分有 2-甲基丁醛、1-戊烯-3-醇、N-乙基吡咯、2-庚酮、6-甲基-5-庚烯-2-酮、桃金娘烷醇、1-乙基-2-甲酰吡咯、苯乙腈、氧化芳樟醇Ⅳ、水杨酸甲酯、香叶醇、柠檬醛、吲哚、法呢烯、反式-橙花叔醇 15 种芳香物质。由所构建的香气评价模型评判的结果与感官审评结果一致。

关键词:茶叶;兰香;主成分分析;特征性香气成分

中图分类号:S571.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-7461(2016)01-0254-06

Principal Component Analysis of Aroma Components in Tea with Orchid-like Aroma

ZHOU Tian-shan, MI Xiao-ling, YU You-ben, ZHANG Jing, QIAN Wen-jun

(College of Horticulture, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: In order to explore the unique aroma components in tea with orchid-like aroma, HS-SPME-GC-MS was employed to analyze the aroma compounds in 4 kinds of tea with orchid-like aroma. The aroma compounds contained in all tea samples were subjected to principle component analysis, from which a model was constructed to evaluate the aroma quality of tea with orchid-like aroma. The results demonstrated that the characteristic aroma components included 2-methylbutyraldehyde, 1-penten-3-ol, N-ethylpyrrole, 2-heptanone, 6-methyl-5-hepten-2-one, 1-cis-myrtanol, 1-ethyl-1H-pyrrole-2-carbaldehyde, benzyl cyanide, linalool oxide Ⅳ, methyl salicylate, geraniol, citral, indole, cis-β-farnesene and nerolidol. The evaluation results by model constructed was consistent with the results of sensory evaluation.

Key words: tea; orchid-like aroma; principle component analysis; unique aroma component

茶叶品质主要从色、香、味、形 4 个方面评定,在现行的茶叶感官审评办法中,香气的权重占茶叶品质总分的 25%~30%^[1],显然香气是决定茶叶品质的重要因素。茶香实际上就是不同芳香物质以不同浓度组合,并对嗅觉神经综合作用所形成的茶叶特有的香型。茶叶芳香物质是由性质不同、含量微小且差异悬殊的众多挥发物质组成的混合物。迄今为止,已分离鉴定的茶叶芳香物质约有 700 种,但其主要成分仅为数十种^[2]。

在茶叶香气研究中,红茶香气研究较多。如王华夫^[3]等研究了祁门红茶的香气特征,发现己醛、1-

戊烯-3-醇、反-2-己烯醛、顺-3-己烯醇、芳樟醇氧化物Ⅰ、芳樟醇、香叶醇、橙花叔醇等含量较高。王秋霜^[4]等比较了中国名优红茶香气成分,认为芳樟醇、橙花醇、水杨酸甲酯、氧化芳樟醇是其最主要的呈香物质。另外还有关于四川工夫红茶^[5]、英红 6 号红茶^[6]等香气成分研究。因主成分分析能将多个变量简化为少数几个指标,并尽可能多地反映原始变量的信息,所以已被广泛地应用于植物研究中,如百合^[7]、核桃^[8]等。为研究某类茶的特征性香气成分,主成分分析的方法也被引入。如戴素贤^[9]等运用了主成分分析的方法,分析了 7 种高香型乌龙茶的赋

香成分;叶国注^[10]等应用 Duncan 多重比较和主成分分析的方法,研究了板栗香型绿茶香气成分特征;郭丽^[11]等利用主成分分析法构建了白茶的香气质量评价模型,模型检验结果与感官审评结果相一致;龚自明^[12]等对湖北绿茶香气组分进行了主成分分析,得出 14 种湖北绿茶主要特征香气成分。

不难发现,这些研究都是分析同一类茶,但是有些茶叶香型不仅局限于某一类茶。如兰香型,不仅绿茶中有,乌龙茶中也有。为尝试分析兰香型茶叶的特征型香气成分,本试验收集了部分兰香型茶叶,采用 HS-SPME-GC-MS 测定了它们的香气组分,并对共有的香气物质进行了主成分分析,建立兰香型茶叶香气质量评价模型,以期为兰香型茶叶香气评价方法提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料

根据文献[13]报道,收集了 6 份茶样。其中乌龙茶茶样 2 份,分别产自福建平和县和安溪县,绿茶茶样 4 份,分别产自安徽泾县、安徽黄山市、浙江开化县和浙江长兴县。

1.2 仪器

气质联用仪(GC-MS):ISQ & TRACE ISQ,美国赛默飞世尔科技有限公司;固相微萃取头:50/30 μm DVB/CAR/PDMS,美国西格玛奥利奇(Sigma-Aldrich);磁力搅拌器:Hotplate/Stirrer,美国 TALBOYS 公司。

1.3 方法

1.3.1 感官审评方法 称取茶样 3.0 g,150 mL 沸水冲泡 5 min,由 3 名专业教师密码审评,给出评分,以香气得分的均值作为香气质量得分。

1.3.2 香气萃取方法 称取 0.5 g 磨碎茶样于 10 mL 提取瓶中,依次加入 1.5 g 无水 Na_2SO_4 、磁力转子和 5 mL 50℃的蒸馏水,用密封圈密封,置于磁力搅拌器上。50℃温育,搅拌速度 $150\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$,平衡 10 min,而后将萃取头(50/30 μm DVB/CAR/PDMS)插入提取瓶中,并固定于茶汤液面上 1 cm 处,温育温度和搅拌速度不变,吸附 30 min,最后在 GC-MS 进样口于 230℃下解吸 3 min。

1.3.3 GC-MS 色谱分析条件 GC 条件:采用气相色谱谱柱 DB-5MS(30 m \times 0.25 mm ID \times 0.25 μm 膜厚),进样口温度:230℃,载气为高纯氮气,流速:1 mL \cdot min⁻¹,分流比 10:1;程序升温参数:40℃保持 2.5 min,以 3℃ \cdot min⁻¹升至 180℃,保持 1 min,再以 10℃ \cdot min⁻¹升到 230℃,保持 3 min。MS 条件:电子轰击(EI)离子化方式,离子源温度 230℃,

电子能量 70eV。接口温度 250℃,质量扫描范围:35~400 amu。

1.3.4 香气成分定性定量 定性分析:GC-MS 所获得的质谱数据,经计算机检索与质谱库(Xclibur 工作站 NIST 标准谱库)提供的标准质谱图进行对照,鉴定芳香物质。定量分析:采用峰面积归一化法定量,计算各组分的峰面积与总峰面积的百分比,得到各组分的相对含量。

1.3.5 数据分析 采用 SPSS 19.0 软件进行数据分析。

2 结果与分析

2.1 兰香型茶叶香气物质种类与含量

经感官审评发现,在本试验所收集的 6 只茶样中只有 4 只茶样具有明显的兰花香,因此仅将这 4 只进行了香气成分分析,结果如表 1、表 2 所示。乌龙茶样(w1)中检测出 91 中芳香化合物,其中醛类物质含量最高,占到 36.74%;其次是含氮化合物和酯类,分别占到 24.10%和 20.31%;再次是醇类,占到 14.20%;碳氢化合物、酮类、酸类和酚类含量较低。3 只绿茶(L1、L2 和 L3)所检测出芳香化合物数量要低于乌龙茶,只有 66~68 种,且各类香气物质的含量与乌龙茶差别较大。绿茶样检测的香气组分中,醇类物质含量最高,达到 44.07%~48.40%;其次是酯类,达到 20.31%~28.16%;再次是醛类、碳氢化合物、酮类、酸类和酚类。

2.2 兰香型茶叶香气组分主成分分析

4 只茶样共检出的芳香物质有 38 种,如表 1、表 3 所示。为确定兰香型茶叶香气的特征性成分,以 4 只茶样共检出的 38 种香气物质含量构成 4 \times 38 的矩阵,由 SPSS 19.0 软件分析,按照剔除最小特征值的主成分对应的最大特征向量的原则,一次剔除一个变量,剩余的变量再进行主成分分析^[14]。经有限次剔除后,保留了 X_2 、 X_3 、 X_5 、 X_7 、 X_{11} 、 X_{12} 、 X_{15} 、 X_{20} 、 X_{21} 、 X_{22} 、 X_{24} 、 X_{25} 、 X_{26} 、 X_{31} 和 X_{36} 变量,分别为 2-甲基丁醛、1-戊烯-3-醇、N-乙基吡咯、2-庚酮、6-甲基-5-庚烯-2-酮、桃金娘烷醇、1-乙基-2-甲酰吡咯、苯乙腈、氧化芳樟醇Ⅳ、水杨酸甲酯、香叶醇、柠檬醛、吲哚、法呢烯、反式-橙花叔醇。在这 15 种芳香化合物中,醇类 5 个,含氮化合物 4 个,醛类 2 个,酮类 2 个,酯类 1 个,碳氢化合物 1 个。将以上 15 个香气组分作为变量,进行主成分分析。由表 4 可知,第 1 主成分的贡献率为 59.945%,至第 2 主成分其累计贡献率达到 96.114%,保留了原始变量的信息,所以取前 2 个主成分分析。

表 1 兰香型茶叶香气成分与相对含量

Table 1 Aromatic compounds and their relative content in tea with orchid-like aroma

序号	保留时间/min	化合物	相对含量/%			
			w1	L1	L2	L3
1	2.84	异戊醛	2.09	2.01	1.26	0.72
2	2.97	2-甲基丁醛	7.18	3.44	2.46	2.28
3	3.24	1-戊烯-3-醇	1.11	0.59	1.54	2.13
4	3.49	戊二酮	1.74	—	—	—
5	3.53	戊醛	—	2.93	1.53	1.91
6	4.07	2-甲基丁腈	0.45	—	—	—
7	4.20	异戊腈	1.05	—	—	—!
8	4.51	2-甲基-2-丁烯醛	1.09	—	—	—!
9	4.74	4-甲基戊烯[4]酮[2]	—	0.21	—	—
10	4.85	4-甲基-3,4-二氢-2-氢-吡喃	2.10	—	—	—
11	5.02	5-胺-1-甲酸-1,3-环己二烯	—	2.87	1.34	1.79
12	5.15	戊醇	1.41	5.66	1.62	1.89
13	5.26	顺-2-戊烯-1-醇	0.85	—	—	—
14	5.67	3-甲基-2-丁烯醛	0.14	—	—	—
15	6.01	己醛	6.58	—	—	—
16	6.11	2,3,3-三甲基-1-丁烯	—	4.28	4.14	3.94
17	6.60	N-乙基吡咯	5.63	0.14	0.37	0.40
18	6.68	乙酸丁酯	—	3.98	—	—
19	6.87	2-甲基吡嗪	1.33	—	—	—
20	7.24	糠醛	10.51	—	—	—!
21	8.05	青叶醛	0.53	—	—	0.14
22	8.19	反-3-己烯醇	1.25	14.75	21.56	14.75
23	8.65	反-2-己烯醇	—	—	1.03	1.48
24	8.67	间二甲苯	0.10	—	—!	—
25	8.73	3-甲基-4-戊烯-1-醇	—	1.27	2.60	2.41
26	8.81	正己醇	0.09	0.93	—	—
27	8.92	乙酰丙酸	0.12	—	—	—
28	9.65	2-庚酮	0.18	0.14	0.16	0.16
29	10.10	庚醛	0.10	0.56	0.18	0.33
30	10.47	2-乙酰基呋喃	1.58	—	—	—
31	10.62	2-乙基吡嗪	1.43	—	—	—
32	11.22	1-甲基-2-甲酰-吡咯	0.28	—	—	—
33	12.69	苯甲醛	1.73	1.86	1.67	1.75
34	12.89	5-甲基呋喃醛	2.66	—	—	—
35	13.77	1-辛烯-3-醇	0.09	0.21	0.12	0.14
36	13.87	肉桂酸	—	—	—	0.77
37	14.02	2-甲基辛酮[3]	—	0.17	—	—
38	14.11	6-甲基-5-庚烯-2-酮	1.84	0.17	0.27	0.40
39	14.21	2,2,4,6,6-五甲基庚烷	—	0.48	—	—
40	14.33	桃金娘烷醇	0.59	0.17	0.11	0.21
41	14.55	2,4-辛二烯	0.60	—	—	—
42	14.68	2-乙基-6-甲基-吡嗪	0.75	—	—	—
43	15.13	乙酸顺式-3-己烯酯	—	3.78	3.04	4.22
44	15.28	反式-2,4-庚二烯醛	0.77	—	—	—
45	15.69	罗勒烯	0.20	—	—	—
46	16.06	柠檬烯	0.08	—	—	0.01
47	16.16	2-乙基己醇	—	0.59	0.55	0.54
48	16.3	苯甲醇	0.68	10.75	4.47	4.16
49	16.61	亚麻酸	0.10	—	—	—
50	16.74	苯乙醛	2.52	1.08	1.49	0.66
51	17.01	1-乙基-2-甲酰吡咯	3.78	0.41	0.99	0.51
52	17.23	2-甲基十一烷	—	0.32	—	—
53	17.57	2-乙酰基吡咯	1.05	—	—	—
54	17.83	苯乙酮	0.20	—	—	—
55	18.22	氧化芳樟醇Ⅱ	2.05	0.75	1.35	2.28
56	18.54	3-乙基-2,5-二甲基-吡嗪	0.40	—	—	—
57	19.00	氧化芳樟醇Ⅰ	0.76	0.42	3.69	3.05
59	19.59	α-芳樟醇	0.50	2.28	1.73	6.53
60	19.47	金合欢烷	—	0.30	—	0.01

续表 1

序号	保留时间/min	化合物	相对含量/%			
			w1	L1	L2	L3
61	19.75	β-芳樟醇	13.04	—	0.01	—
62	19.81	壬醛	—	0.62	0.59	0.74
63	19.91	3,4-二甲基环己醇	—	0.31	0.34	0.59
64	20.13	苯乙醇	2.84	5.39	3.27	4.35
65	21.04	(3E,5E)-2,6-二甲基-1,3,5,7-辛四烯	0.19	—	—	—
66	21.20	N-乙基琥珀酰亚胺	0.06	—	—	—
67	21.36	苯乙腈	2.56	0.10	1.00	0.46
68	21.62	1,2-二甲基-3-异丙烯基-环戊醇	0.33	—	—	—
69	22.02	丁香醛	0.19	—	—	—
70	22.87	氧化芳樟醇Ⅳ	0.44	0.10	1.58	1.33
71	23.38	萘	—	0.06	0.07	0.30
72	23.79	(Z)-丁酸-3-己烯酯	—	1.64	2.70	3.76
73	23.87	α-松油醇	0.08	—	—	—!
74	24.04	水杨酸甲酯	4.14	3.89	4.62	4.85
75	24.30	2,3-二氢-2,2,6-三甲基苯甲醛	0.09	—	—	—
76	24.41	十二烷	—	0.65	0.26	0.52
77	24.66	癸醛	0.05	0.11	0.16	0.12
78	25.28	β-环柠檬醛	0.24	—	—	—
79	25.34	2-甲基戊酸甲酯	—	5.35	2.89	4.27
80	25.92	戊酸-3-己烯酯	—	—	2.32	3.51
81	26.09	3-甲基正十三烷	—	0.68	0.16	0.31
82	26.90	香叶醇	0.63	1.17	2.25	3.50
83	27.63	柠檬醛	0.26	0.17	0.21	0.25
84	28.12	十四烷	—	0.62	—	0.53
85	28.53	吡嗪	3.75	2.68	4.75	4.55
86	28.82	苯甲酸苯乙酯	0.22	0.14	0.34	3.09
87	29.22	1-甲基萘	—	0.01	—	0.08
88	29.51	4-羟基-2-甲基苯乙酮	0.01	—	—	—
89	30.08	癸酸甲酯	0.10	—	2.02	—
90	30.17	十五烷	0.03	—	0.01	0.07
91	31.16	α-古巴烯	0.01	0.08	—	—
92	31.22	1,4,6-三甲基-1,2-二氢萘	0.04	0.01	—	—
93	32.06	十六烷	0.03	0.28	0.18	—
94	32.55	(Z)-己酸-3-己烯酯	0.15	0.20	1.11	0.03
95	32.77	己酸己酯	0.08	0.03	0.20	0.64
96	32.91	己酸-反-2-己烯酯	0.03	0.03	2.11	0.15
97	33.19	癸酸乙酯	15.13	—	—	—
98	33.33	十七烷	0.03	—	0.09	—
99	34.47	α-紫罗酮	0.01	0.01	—	—
100	34.69	香豆素	0.09	—	2.02	1.03
101	35.02	丁酸苯乙酯	0.04	—	2.00	2.36
102	35.53	香叶基丙酮	0.04	—	0.13	—
103	35.72	法呢烯	0.01	—	0.06	0.11
104	36.07	2,6-二叔丁基苯醌	0.01	0.08	0.10	0.11
105	36.77	(+)-花侧柏烯	—	—	0.05	0.04
106	36.87	β-紫罗酮	0.17	0.17	0.18	0.29
107	37.08	顺-茉莉内酯	0.09	0.01	0.16	0.11
108	37.30	十八烷	—	0.27	0.04	—
109	37.50	二苯并呋喃	—	—	0.01	0.15
110	37.81	α-法尼烯	0.73	—	—	—
111	37.96	2,6-二叔丁基对甲酚	—	0.47	0.22	0.16
112	38.39	杜松烯	0.01	0.70	—	0.21
113	38.50	二氢海葵内酯	0.08	—	—	—
114	39.97	反式-橙花叔醇	0.50	0.14	0.38	0.31
115	40.22	顺式-3-己烯醇苯甲酸酯	0.09	—	—	—
116	40.49	苯甲酸己酯	0.03	—	—	—
117	41.36	十九烷	—	0.14	0.01	—
118	41.38	雪松醇	0.01	—	—	0.15
119	43.14	顺-茉莉酮酸甲酯	—	—	2.03	—
120	50.63	邻苯二甲酸二异丁酯	0.03	3.84	0.10	0.04
121	51.91	棕榈酸甲酯	0.01	0.01	0.02	0.01
122	52.55	邻苯二甲酸二丁酯	0.00	3.76	0.00	0.04

表 2 兰香型茶叶香气物质种类与含量

Table 2 The kinds and content of aroma component in tea with orchid-like aroma

茶样	芳香化合物 数量/种	香气物质种类/%							
		醛类	醇类	酮类	含氮化合物	碳氢化合物	酸类	酯类	酚类
w1	91	36.74	14.20	2.36	24.10	2.06	0.22	20.31	0.01
L1	66	12.79	44.07	0.86	6.20	8.89	0.00	26.65	0.55
L2	68	9.55	48.40	0.75	8.45	5.07	0.00	27.68	0.10
L3	66	8.90	47.01	0.85	7.71	6.29	0.77	28.16	0.33

表 3 4 只茶样共检出的芳香物质

Table 3 The common aroma component detected in 4 tea samples

变量名	对应的香气成分	变量名	对应的香气成分
X ₁	异戊醛	X ₂₀	苯乙腈
X ₂	2-甲基丁醛	X ₂₁	氧化芳樟醇Ⅳ
X ₃	1-戊烯-3-醇	X ₂₂	水杨酸甲酯
X ₄	戊醇	X ₂₃	癸醛
X ₅	N-乙基吡咯	X ₂₄	香叶醇
X ₆	反-3-己烯醇	X ₂₅	柠檬醛
X ₇	2-庚酮	X ₂₆	吡啶
X ₈	庚醛	X ₂₇	苯甲酸苯乙酯
X ₉	苯甲醛	X ₂₈	(Z)-己酸-3-己烯酯
X ₁₀	1-辛烯-3-醇	X ₂₉	己酸己酯
X ₁₁	6-甲基-5-庚烯-2-酮	X ₃₀	己酸-反-2-己烯酯
X ₁₂	桃金娘烷醇	X ₃₁	法呢烯
X ₁₃	苯甲醇	X ₃₂	2,6-二叔丁基苯醌
X ₁₄	苯乙醛	X ₃₃	(+)-花侧柏烯
X ₁₅	1-乙基-2-甲酰吡咯	X ₃₄	beta-紫罗酮
X ₁₆	氧化芳樟醇Ⅱ	X ₃₅	顺-茉莉内酯
X ₁₇	氧化芳樟醇Ⅰ	X ₃₆	反式-橙花叔醇
X ₁₈	α-芳樟醇	X ₃₇	邻苯二甲酸二异丁酯
X ₁₉	苯乙醇	X ₃₈	棕榈酸甲酯

由前 2 个主成分所对应的特征向量(表 5)可知,第 1 主成分 $F_1=0.793X_2+0.235X_3+0.892X_5+0.952X_7+0.910X_{11}+0.846X_{12}+0.928X_{15}+0.973X_{20}+0.151X_{21}+0.355X_{22}-0.289X_{24}+0.904X_{25}+0.433X_{26}-0.037X_{31}+0.962X_{36}$,单独说明所有茶样在这 15 个香气成分上总信息的

表 5 前 2 个主成分特征向量

Table 5 Eigenveccors associated with the first 2 eigenvalues

香气成分	主成分		香气成分	主成分	
	F ₁	F ₂		F ₁	F ₂
X ₂	0.793	-0.606	X ₂₁	0.151	0.948
X ₃	0.235	0.950	X ₂₂	0.355	0.905
X ₅	0.892	-0.431	X ₂₄	-0.289	0.934
X ₇	0.952	0.268	X ₂₅	0.904	0.380
X ₁₁	0.910	-0.373	X ₂₆	0.433	0.855
X ₁₂	0.846	-0.455	X ₃₁	-0.037	0.966
X ₁₅	0.928	-0.373	X ₃₆	0.962	0.215
X ₂₀	0.973	-0.207			

59.945%,代表变量为 $X_2、X_5、X_7、X_{11}、X_{12}、X_{15}、X_{20}、X_{25}$ 和 X_{36} 。第 2 主成分 $F_2=-0.606X_2+0.950X_3-0.431X_5+0.268X_7-0.373X_{11}-0.455X_{12}-0.373X_{15}-0.207X_{20}+0.948X_{21}+0.905X_{22}+0.934X_{24}+0.380X_{25}+0.855X_{26}+0.966X_{31}+0.215X_{36}$,单独说明所有茶样在这 15 个香气成分上总信息的 36.169%,代表变量为 $X_3、X_{21}、X_{22}、X_{24}、X_{26}$ 和 X_{31} 。由此说明,以上 15 个香气成分为兰香型茶叶的主要特征性香气物质。

2.3 兰香型茶叶香气质量评价

以不同特征值的方差贡献率 $\beta_i(i=1,2\cdots,k)$ 为加权系数,利用综合评价函数 $F=\beta_1F_1+\beta_2F_2+\cdots+\beta_kF_k$ 计算各样本得分,然后对各个茶样的香气质量进行评价,结果如表 6 所示。由模型计算的得分发现,茶样 w1 香气质量最好,其次是茶样 12,再次是茶样 13,最后是茶样 11,对照感官评分可知,2 种评价结果相一致。这一结果进一步说明,用于主成分分析的 15 个香气成分为兰香型茶叶的主要特征性香气物质。

表 4 特征值与累计贡献率

Table 4 The eigenvalues and contribution ratio

主成分	特征值	贡献率/%	累计贡献率/%
F ₁	13.787	59.945	59.945
F ₂	8.319	36.169	96.114
F ₃	0.894	3.886	100.000

表 6 兰香型茶叶香气质量评价

Table 6 Assessment of aroma quality in tea with orchid-like aroma

排序	茶样	模型评价	感官评分	感官评语
1	w1	11.75	97.24	兰花香浓郁,持久
2	L2	6.02	95.51	兰香高长
3	L3	4.84	94.93	兰香清高
4	L1	3.47	94.27	香高,并伴有幽兰香

3 结论与讨论

茶叶的香气成分复杂,不同茶类所检测的种类不一,如本试验中乌龙茶茶样 w1 就检测出了 91 种,而绿茶样只检出 60 多种,但是,每种香型的茶叶都有其特征性香气成分。本试验首先分析了各茶样香气组成,从中筛选出共检出的 38 个香气成分,再进行主成分分析,初步得出 15 种兰香型茶叶香气特征性成分,它们是:2-甲基丁醛、1-戊烯-3-醇、N-乙基吡咯、2-庚酮、6-甲基-5-庚烯-2-酮、桃金娘烷醇、1-乙基-2-甲酰吡咯、苯乙腈、氧化芳樟醇Ⅳ、水杨酸甲酯、香叶醇、柠檬醛、吡嗪、法呢烯、反式-橙花叔醇。

茶叶香气质量目前采用感官审评法,因该方法易受到评茶人员主观因素和外界环境因素的影响,一定程度地限制了其评价的客观性^[15]。采用某种香型的特征性香气成分构建该种香型茶叶香气质量的评价模型,其评价结果相比感官审评法更客观。本试验采用主成分分析得出的 15 种兰香型茶叶香气特征性成分,建立了兰香型香气质量评价模型,其评判的结果与感官审评相吻合。但由于试验中所收集到兰花香型茶样有限,是否能有效地评价更多的该香型的茶叶香气质量,尚需进一步验证。

参考文献:

[1] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会.GB/T 23776—2009,茶叶感官审评方法[S].北京:中国标准出版社,2009:1-16.

[2] 宛晓春.茶叶生物化学[M].北京:中国农业出版社,2003:39.

[3] 王华夫,竹尾忠一,伊奈和夫,等.祁门红茶的香气特征[J].茶叶科学,1993,13(1):61-68.

WANG H F, TADAKAZU TAKEO, KAZUO INA, *et al.* Characteristic aroma components of Qimen black tea[J]. Journal of Tea Sciences, 1993, 13(1): 61-68. (in Chinese)

[4] 王秋霜,陈栋,许勇泉,等.中国名优红茶香气成分的比较研究[J].中国食品学报,2013,13(1):195-200.

WANG Q S, CHEN D, XU Y Q, *et al.* Study on the aroma components in Chinese famous black tea[J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2013, 13(1): 195-

200. (in Chinese)

[5] 李家贤,何玉媚,黄华林,等.英红 6 号红茶香气成分的研究[J].广东农业科学,2009,12:37-38.

[6] 周雪芳,唐洪,雷茜,等.四川工夫红茶香气成分分析[J].西南师范大学学报,2011,36(3):178-182.

ZHOU X F, TANG H, LEI Q, *et al.* Analysis of aroma components of Sichuan black tea[J]. Journal of Southwest China Normal University, 2011, 36(3): 178-182. (in Chinese)

[7] 韩凤鸣,牛立新,张延龙,等.百合性状的主成分分析[J].西北林学院学报,2006,21(2):90-92.

HAN F M, NIU L X, ZHANG Y L, *et al.* Principal component analysis on the traits of lily[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2006, 21(2): 90-92. (in Chinese)

[8] 肖良俊,宁德鲁,彭明俊,等.滇东北核桃优良单株主要经济性性状的主成分分析[J].西北林学院学报,2013,28(2):79-82.

XIAO L J, NING D L, PENG M J, *et al.* Principal component analysis for major economic characteristics of walnut in north-eastern Yunnan [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2013, 28(2): 79-82. (in Chinese)

[9] 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.

DAI S X, XIE C J, CHEN D, *et al.* Principal component analysis on aroma constituents of seven high aroma pattern Oolong teas[J]. Journal of South China Agricultural University, 1999, 20(1): 113-117. (in Chinese)

[10] 叶国注,江用文,尹军峰,等.板栗香型绿茶香气成分特征研究[J].茶叶科学,2009,29(5):385-394.

YE G Z, JIANG Y W, YIN J F, *et al.* Study on the characteristic of aroma components in green tea with chestnut-like aroma[J]. Journal of Tea Sciences, 2009, 29(5): 385-394. (in Chinese)

[11] 郭丽,蔡良绥,林智,等.基于主成分分析法的白茶香气质量评价模型构建[J].热带作物学报,2010,31(9):1606-1610.

GUO L, CAI L S, LIN Z, *et al.* Modeling of aroma quality evaluation in white tea based on principal component analysis [J]. Chinese Journal of Tropical Crops, 2010, 31(9): 1606-1610. (in Chinese)

[12] 龚自明,王雪萍,高士伟,等.湖北绿茶香气组分的主成分分析[J].湖北农业科学,2013,52(23):5780-5824.

GONG Z M, WANG X P, GAO S W, *et al.* Principal component analysis of aroma components in green teas from Hubei Province [J]. Hubei Agricultural Sciences, 2013, 52(23): 5780-5824. (in Chinese)

[13] 宛晓春.中国茶谱[M].北京:中国林业出版社,2007.

[14] 胡小平,王长发.SAS 基础及统计实例教程[M].西安:西安地图出版社,2001.

[15] 刘栩.茶叶感官审评的误差控制[J].中国茶叶,2005(2):25-26.

LIU X. Error control of tea sensory evaluation [J]. China Tea, 2005(2): 25-26. (in Chinese)