

不同产地咖啡豆香气成分分析

周斌,任洪涛*

(云南省香料研究开发中心,云南昆明 650051)

摘要: 分析了各地的 16 种烘焙咖啡豆的挥发性成分及其含量,研究了各地咖啡豆香气成分的差异性。采用同时蒸馏萃取法提取各样品的挥发性香气成分,采用了气相色谱-质谱联用仪对咖啡中的挥发性成分进行了分析检测,对数据进行了定性定量分析,应用 SPSS19.0 软件对数据进行聚类分析和主成分分析。从数据分析可以看出,不同产地的咖啡在中度烘焙的条件下,香气成分基本相似,含量较高的成分如:2-甲基吡嗪、糠醇、5-甲基呋喃醛、2-乙基-5-甲基吡嗪、2-乙基-3,5-二甲基吡嗪等,成分的含量有差别。经过聚类分析可以看出,用咖啡的挥发性香气成分进行聚类分析可以反映不同产地咖啡香气上的相似性。对咖啡的挥发性成分的主成分分析,提取的前 5 个主成分可以用来解释咖啡的香气品质。

关键词: 咖啡;挥发性成分;气相色谱-质谱法;聚类分析;主成分分析

Analysis of Aroma Components of Coffee from Different Habitats

ZHOU Bin, REN Hong-tao*

(Yunnan Flavor&Fragrance Research&Development Center, Kunming 650051, Yunnan, China)

Abstract: 16 kinds of baked coffee volatile components and its content were analyzed, and the difference between the coffee bean aroma components from different habitats was studied. The volatile aroma components of each sample were extracted by simultaneous distillation and extraction method. The volatile components in coffee were analyzed by gas chromatography-mass spectrometry. The data in this study were analyzed both quantitatively and qualitatively. The SPSS19.0 software was used for data clustering analysis and principal components analysis. From the data analysis, the aroma components of different habitats coffee in moderate baking are similar, high content of components such as: methyl-Pyrazine, 2-Furanmethanol, 5-methyl-2-Furancarboxaldehyde, 2-ethyl-5-methyl-Pyrazine, 2-ethyl-3,5-dimethyl-Pyrazine and so on. The content of the ingredients was different. We found using cluster analysis could reflect the similarity of volatile aroma components of the coffee from different habitats. According to results of principal component analysis, the extracted first 5 principal components could be used to explain the aroma quality of coffee.

Key words: coffee; volatile components; GC-MS; clustering analysis; principal component analysis

咖啡是茜草科常绿灌木或小乔木植物^[1]。其产量、销售量、消费量都居世界三大饮料植物之首。咖啡产于热带、亚热带的 70 多个国家和地区。咖啡生产主要集中在拉丁美洲、非洲、亚洲等热带发展中国家,如巴西、哥伦比亚、印度利西亚、埃塞俄比亚、越南等^[2-3]。

世界各地生产的咖啡各有特点。如:巴西咖啡:适度的苦,轻柔的风味,奔放的热带口感,是混合咖啡绝佳的基底;哥伦比亚咖啡:圆滑的酸味和甜香,醇厚浓郁;曼特宁咖啡:香味沉淀厚重;云南小粒咖啡:浓而不苦,香而不烈、略带果酸味等^[4]。

对于咖啡挥发性香气成分的研究国内较少,钟科军^[5]等研究人员采用正己烷萃取法鉴定了咖啡香精中的 21 种化合物;詹家芬^[6]等研究人员采用了超声溶剂提取法以及同时蒸馏萃取法对老挝咖啡的挥发和半挥发成分进行了提取分析。国外对于咖啡香气成分的

基金项目:云南省应用基础研究计划(2011FZ095)

作者简介:周斌(1977—),男(汉),副研究员,硕士,研究方向:食品分析化学。

*通信作者:任洪涛(1974—),男(汉),副研究员,学士,研究方向:香料化学。

研究较深,如:Ryan 等^[7]运用固相微萃取(SPME)技术中提取得到挥发性成分,然后运用二维气行时间质谱(GC×GC-TOFMS)进行分析;Baggenstoss 等^[8]研究了咖啡豆烘焙过程中时间-温度对芳香性成分形成的影响;Kumazawa 等^[9]采用气相色谱-质谱法研究了咖啡豆烘焙前后的化学成分变化,鉴定了其中的 8 个化合物;ISABEL LOÄ PEZ-GALILEA 等^[10]运用 HS-SPME 对咖啡香气成分进行提取,用 GC-MS 和 GC-O 对于香气成分进行分析。JOON-KWAN MOON^[11]对咖啡不同烘焙程度的咖啡香气成分进行了分析研究,等等。

在研究中对生产于世界各地的咖啡如:印度尼西亚的曼特宁咖啡、哥伦比亚咖啡、肯尼亚咖啡、巴西咖啡等 16 种咖啡的香气成分进行同时蒸馏萃取提取,采用 GC-MS 分析,运用数据统计分析软件 SPSS19.0 对数据进行了主成分和聚类分析研究。

1 材料与方法

1.1 原料

1.1.1 样品及试剂

咖啡 1(印尼曼特宁)、咖啡 2(巴西咖啡)、咖啡 3(云南小粒咖啡顶级圆豆):云南印象庄园咖啡提供;咖啡 4(illy 咖啡,意大利):意大利咖啡商贸有限公司;咖啡 5(摩卡综合焙炒咖啡粉,日本):UCC 上岛咖啡株式会社;咖啡 6(拉瓦萨咖啡,意大利)、咖啡 7(维也纳小红帽啡红年华咖啡,奥地利)、咖啡 8(精选咖啡豆摩卡风味)、咖啡 9(精选咖啡豆巴西风味)、咖啡 10(精选咖啡豆炭烧风味)、咖啡 11(精选咖啡豆蓝山风味):麦德龙;咖啡 12(精选曼特宁咖啡)、咖啡 13(意大利调配咖啡)、咖啡 14(哥伦比亚精选咖啡)、咖啡 15(精选肯尼亚咖啡)、咖啡 16(牙买加蓝山调配咖啡):极睿咖啡。

二氯甲烷(分析纯):上海试四赫维化工有限公司;无水硫酸钠:北京化工厂国产;去离子水:云南农业大学香料所实验室制。

1.1.2 主要仪器设备

Agilent7890-5975c 气质联用仪(Agilent 7890 气相色谱、Agilent 5975c 质谱检测器、Agilent sampler80CTC 进样器):美国安捷伦公司;同时蒸馏萃取器:云南农业大学香料所实验室制;R3 旋转蒸发仪:瑞士步琪公司。

1.2 方法

1.2.1 色谱方法

气相毛细管柱为:HP-5MS 60 m×0.32 mm×0.25 μm 弹性石英毛细管柱;载气:氦气;进样口温度:250℃;柱流速 1 mL/min,进样量 1 μL;升温程序:起始温度 50℃(保持 5 min),按 5℃/min 升到 250℃,保持 10 min;分

流比:25:1。

1.2.2 质谱方法

离子源:EI;气质接口温度:280℃;离子源温度:230℃;四级杆温度:150℃;电子倍增器电压:1 894 V;电子能量:70 eV。

1.2.3 样品前处理方法

分别称取 30 g 样品用磨豆机进行研磨,放入同时蒸馏萃取器中,一边加入 300 mL 蒸馏水,同时蒸馏萃取器的另一边加入 30 mL 二氯甲烷,连续提取 3 h,提取液经无水硫酸钠脱水后,用旋转蒸发仪精确浓缩至 1 mL,得到样品,保存于 5℃的冰箱中直到用于 GC-MS 分析。

1.2.4 主成分分析和聚类分析方法

采用 spss19.0 软件对数据进行处理。

2 结果与讨论

总离子流图见图 1(以云南小粒咖啡顶级圆豆为例)。

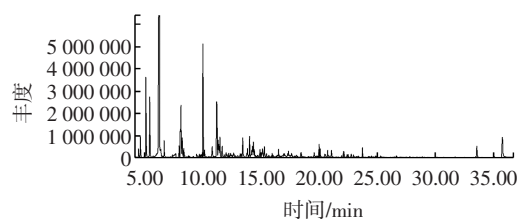


图 1 咖啡香气成分总离子流图

Fig.1 GC-MS total ionic chromatogram of aroma components of coffee

利用 GC-MS 自带的 NIST 谱图库检索,一共确定了 76 个成分,运用峰面积百分归一化法对各成分进行定量分析,结果见表 1。

从表 1 中可以看出各地咖啡的挥发性香气成分主体是大致相似的。可以看出,在检出的 76 个成分中,含量较高的成分有:2-甲基四氢呋喃-3-酮、2-甲基吡嗪、糠醛、糠醇、2-乙酰呋喃、2-乙基吡嗪、2,3-二甲基吡嗪、5-甲基呋喃醛、苯酚、乙酸糠酯、2-乙基-5-甲基吡嗪、N-甲基-2-吡咯甲醛、2-乙酰吡咯、2-乙酰基-1-甲基吡咯、愈创木酚、苯乙醇等等。成分百分含量有差别。

以 16 个样品中的含量大于 0.5% 的 33 个挥发性成分百分含量为指标,采用平方欧式距离(Euclidean distance)为度量标准,以组间连接法为组群合并标准,采用 spss19.0 软件进行了聚类分析,分析结果见图 2。

当阈值为 5 时,样品可以分为 9 类;当阈值为 10 时,样品被分为了 5 组,1 组:4、8、3、7、13、1、9、11;二组:5、6、14、12;三组:15、16;四组:2;五组:10。从结果看出,用咖啡的挥发性成分为指标来对咖啡进行聚类分析可以在一定程度上反映这些地区咖啡香气成分

表1 不同产地咖啡的主要香气成分及其含量

Table 1 The main aroma compounds and content of coffee from different habitats content

序号	保留时间/min	中文名称	CAS 号	含量/%															
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	4.27	环戊酮	120-92-3	0.44	-	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03	0.01	-	0.14	-	-	-	-	-	
2	4.49	戊酰胺	626-97-1	0.50	0.44	0.51	0.44	0.41	0.49	0.56	0.51	0.68	0.31	0.46	-	-	-	-	
3	4.65	2-甲基四氢呋喃-3-酮	3188-00-9	1.54	1.35	1.52	1.22	1.11	1.45	1.61	1.53	2.10	0.93	1.57	1.02	1.12	1.20	1.48	
4	4.97	2-甲基吡啶	109-06-8	0.10	-	0.12	0.08	0.09	0.09	0.05	0.03	-	0.09	-	-	0.02	-	-	
5	5.11	2-甲基吡嗪	109-08-0	4.14	4.85	5.63	5.00	6.29	7.02	6.46	4.20	6.34	7.58	8.51	3.09	3.62	3.76	4.80	
6	5.35	2-(甲氧基甲基)呋喃	13679-46-4	0.18	-	0.18	0.14	0.17	0.22	0.14	0.26	0.51	0.30	-	0.07	0.07	0.07	-	
7	5.46	糠醛	98-01-1	2.70	3.77	4.71	4.49	7.70	8.57	6.23	3.97	5.53	2.17	6.89	5.70	5.56	8.24	9.97	
8	6.34	糠醇	98-00-0	31.32	38.33	29.77	31.29	27.82	29.08	30.77	31.67	33.47	33.21	34.44	25.78	30.38	28.69	34.97	
9	6.59	2-甲基丁酸	116-53-0	0.74	0.58	0.20	0.67	0.66	0.54	-	0.75	-	-	-	0.21	0.23	0.61	-	
10	6.68	过氧化乙酰丙酮	592-20-1	1.41	0.83	1.47	1.06	0.96	1.11	0.89	1.07	1.22	0.78	1.09	2.47	1.58	1.35	1.41	
11	7.41	苯乙烯	100-42-5	0.24	0.17	0.21	0.15	0.17	0.18	0.33	0.23	0.52	0.47	-	0.12	0.13	0.21	-	
12	7.81	3,3-二甲基丙烯酸	541-47-9	0.32	0.81	0.26	0.27	0.38	0.31	0.60	0.73	0.36	-	0.73	-	-	-	-	
13	7.99	甲酸糠酯	13493-97-5	0.74	0.65	0.88	0.74	0.83	0.72	0.91	0.70	0.56	0.76	0.96	0.79	0.99	0.76	0.91	
14	8.13	2-乙酰呋喃	1192-62-7	4.55	4.78	5.30	4.65	4.71	5.07	4.64	4.19	5.15	5.37	6.24	4.00	5.23	4.15	5.97	
15	8.26	2-乙基吡嗪	13925-00-3	1.33	1.45	1.62	1.40	1.58	1.68	1.70	1.25	1.71	2.14	2.24	1.69	1.31	1.74	1.79	
16	8.39	2,3-二甲基吡嗪	5910-89-4	0.54	0.60	0.62	0.52	0.66	0.64	0.64	0.48	0.60	0.91	0.80	0.34	0.39	0.40	0.41	
17	8.80	2-乙烯基吡嗪	4177-16-6	0.10	0.08	0.14	0.15	0.25	0.26	0.10	0.21	-	0.10	-	0.09	0.11	0.13	-	
18	9.45	2,5-二甲基-4-羟基-3-(2H)呋喃酮	3658-77-3	0.22	0.30	0.22	0.25	0.25	0.41	0.28	0.42	0.40	0.20	-	0.31	0.23	0.32	-	
19	9.72	2-正丙基呋喃	4229-91-8	0.34	0.21	0.33	0.35	0.25	0.27	0.20	0.31	0.31	0.24	-	0.27	0.28	0.23	0.29	
20	9.78	3-乙基吡啶	536-78-7	0.33	0.15	0.24	0.18	0.15	0.10	0.08	0.14	-	0.37	-	-	-	-	-	
21	9.90	苯甲醛	100-52-7	0.26	0.19	0.31	0.25	0.28	0.24	0.28	0.26	0.36	0.37	0.35	0.18	0.32	0.28	0.25	
22	10.03	5-甲基呋喃醛	620-02-0	4.89	6.87	8.21	7.95	9.13	10.06	8.04	7.50	8.92	2.68	9.56	8.59	9.53	10.72	11.34	
23	10.18	1-乙酰氧基-2-丁酮	1575-57-1	0.39	0.42	0.65	0.67	0.68	0.76	0.60	0.64	0.70	0.28	0.80	0.49	0.57	0.69	0.87	
24	10.51	2-糠酸甲酯	611-13-2	0.13	-	0.14	0.12	0.11	0.10	-	0.10	-	0.09	-	0.08	0.10	-	-	
25	10.84	苯酚	108-95-2	1.15	0.85	0.88	0.83	0.81	0.56	0.74	0.78	0.69	1.63	0.72	0.69	0.71	0.65	0.75	
26	11.09	马来酰亚胺	541-59-3	0.13	-	0.12	0.10	0.18	0.10	0.10	0.09	-	0.13	-	-	-	-	-	
27	11.20	乙酸糠酯	623-17-6	4.85	4.01	4.40	3.83	3.34	2.98	3.10	3.65	4.25	5.12	4.73	4.17	4.57	3.81	2.86	
28	11.33	2-乙基-5-甲基吡嗪	13360-64-0	1.58	0.90	1.65	1.43	0.83	0.83	0.86	1.32	0.90	1.93	1.03	0.58	0.66	0.60	1.33	
29	11.38	2,3,5-三甲基吡嗪	14667-55-1	-	0.72	-	-	0.71	0.67	0.65	-	0.65	-	0.86	0.49	0.57	0.54	0.86	
30	11.48	N-甲基-2-吡咯甲醛	1192-58-1	1.65	1.64	1.66	1.40	1.28	1.25	1.53	1.36	1.60	1.55	2.18	1.50	1.52	1.56	2.34	
31	11.70	吡咯-2-甲醛	1003-29-8	0.68	0.90	0.65	0.75	0.55	0.65	0.67	0.74	0.70	0.59	0.60	1.02	0.45	0.69	1.05	
32	11.87	2-乙烯基-6-甲基吡嗪	13925-09-2	0.25	0.22	0.26	0.25	0.25	0.23	0.19	0.23	0.21	0.23	-	0.20	0.22	0.19	-	
33	12.05	吡嗪酰胺	98-96-4	0.48	0.50	0.55	0.58	0.64	0.67	0.46	0.58	0.51	0.63	-	0.49	0.47	0.39	-	
34	12.24	甲基环戊烯醇酮	80-71-7	0.22	0.24	0.21	0.26	0.21	0.25	0.18	0.25	0.20	0.20	-	0.35	0.24	0.36	-	
35	12.41	2-噻吩甲醇	636-72-6	0.42	0.49	0.42	0.45	0.42	0.41	0.52	0.47	0.51	0.42	-	0.26	0.25	0.42	0.35	
36	12.60	5-甲基-2-乙酰基呋喃	1193-79-9	0.15	0.12	-	0.14	0.12	-	0.12	0.14	0.13	-	-	0.20	0.23	0.20	0.22	
37	12.65	2,3-二甲基-2-环戊烯-1-酮	1121-05-7	0.51	0.42	0.65	0.56	0.44	0.53	0.40	0.58	0.55	0.59	-	0.58	0.58	0.52	0.50	
38	12.83	苯乙醛	122-78-1	0.20	-	0.28	0.32	0.35	0.30	0.22	0.36	0.29	0.24	-	0.18	0.23	0.23	-	
39	13.22	3,5-二甲基环戊烯醇酮		0.33	0.25	0.28	0.31	0.23	0.22	0.20	0.29	0.22	0.30	-	-	-	-	-	
40	13.31	邻甲酚	95-48-7	0.33	0.19	0.27	0.26	0.21	0.18	0.19	0.25	0.21	0.27	-	0.62	0.57	0.47	0.21	
41	13.47	2-乙酰吡咯	1072-83-9	1.40	1.46	1.14	1.35	0.76	1.09	0.86	1.41	1.00	1.49	1.07	2.14	1.67	1.71	1.03	
42	13.86	2-乙酰基-1-甲基吡咯	932-16-1	1.05	0.53	0.93	0.95	0.80	0.67	0.47	0.80	0.72	0.92	0.38	0.74	0.79	0.77	0.74	
43	13.93	3-甲基苯酚	108-39-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.47	0.41	0.31	-	
44	14.02	2-乙基-3,5-二甲基吡嗪	13925-07-0	1.33	1.32	1.23	0.93	0.92	0.84	1.13	1.00	0.99	1.24	1.63	1.01	0.73	0.78	0.84	
45	14.20	2,a-呋喃基甲烷	1197-40-6	0.76	0.56	0.68	0.70	0.38	0.32	0.44	0.47	0.53	0.85	0.35	0.30	0.37	0.76	0.60	
46	14.28			0.57	0.66	0.76	0.80	0.93	1.73	1.46	1.46	1.45	0.59	0.91	0.45	0.46	-	-	

续表 1 不同产地咖啡的主要香气成分及其含量
Continue table 1 The main aroma compounds and content of coffee from different habitats content

序号	保留时间/min	中文名称	CAS 号	含量/%															
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
47	14.36	愈创木酚	90-05-1	1.95	1.22	1.52	1.43	1.54	0.74	1.39	1.22	1.34	3.29	1.49	1.62	1.60	1.48	1.62	1.27
48	14.44	3-氟苯甲醚	456-49-5	0.61	0.50	0.59	0.63	0.56	0.44	0.52	0.64	0.63	0.60	0.45	0.51	0.60	0.50	0.52	0.40
49	14.55	4,5-二甲基-4-己烯-3-酮	17325-90-5	0.17	0.16	0.15	0.28	0.16	0.08	0.28	0.35	-	0.38	-	0.27	0.25	0.21	-	0.21
50	14.92	3-甲基-2-乙基顺式丁烯二酸酐	3552-33-8	0.74	0.59	0.71	0.76	0.64	0.48	0.60	0.77	0.65	0.87	0.53	0.69	0.77	0.59	0.53	0.62
51	15.14	苯乙醇	60-12-8	1.01	1.15	0.81	0.64	0.81	0.79	0.87	0.98	0.76	0.74	0.45	1.13	0.15	0.29	-	-
52	15.30	1-(5-甲基-2-吡嗪基)-1-乙酮	22047-27-4	0.58	0.79	0.58	0.69	0.64	0.64	0.59	0.70	0.60	0.66	0.33	0.74	1.13	1.36	1.13	1.43
53	15.52	5-甲基吡咯-2-甲醛	1192-79-6	0.17	0.27	0.15	0.23	0.16	0.16	0.19	0.24	0.14	0.16	-	0.47	0.29	0.41	-	0.38
54	15.69	2-甲基-5-丙酰呋喃	10599-69-6	0.21	0.15	0.24	0.21	0.16	0.12	0.14	0.18	0.15	0.19	-	0.20	0.24	0.11	-	0.10
55	15.95	5-甲基-6,7-二氢-5H-环戊并吡嗪	23747-48-0	0.39	0.26	0.29	0.26	0.27	0.19	0.21	0.22	0.16	0.32	-	0.24	0.23	0.16	-	0.10
56	16.87	对氨基酚	150-75-4	0.16	0.31	0.15	0.15	0.14	0.10	0.27	0.15	-	0.23	-	0.51	0.51	0.44	0.33	0.41
57	17.04	4-乙基苯酚	123-07-9	0.22	0.27	0.18	0.24	0.16	0.16	0.16	0.21	-	0.18	-	0.16	0.18	0.13	-	0.12
58	17.30	1-糠基吡咯	1438-94-4	0.36	0.26	0.39	0.40	0.26	0.23	0.19	0.32	0.27	0.62	-	0.30	0.35	0.20	-	0.23
59	17.38	5-甲基-2-乙酰呋喃	1193-79-9	0.44	0.60	0.59	0.74	0.64	0.70	0.70	0.81	0.62	0.29	0.29	0.74	0.77	0.75	0.42	0.55
60	17.63	2-甲基-5H-6,7-二氢环戊基哌嗪		0.40	0.40	0.32	0.33	0.28	0.34	0.32	0.81	0.23	0.42	-	0.27	0.32	0.32	-	0.22
61	18.45	戊酸糠酯	36701-01-6	0.35	0.32	0.32	0.37	0.37	0.34	0.36	0.43	0.26	0.31	-	0.26	0.32	0.21	-	0.17
62	19.58	2-(2'-呋喃基)-吡嗪		0.29	0.48	0.27	0.36	0.33	0.29	0.35	0.36	0.22	0.34	-	0.28	0.32	0.10	-	0.20
63	20.02	3,4-二羟基苯乙酮	1197-09-7	0.76	0.83	0.46	0.73	0.55	0.61	0.59	0.74	0.50	0.46	0.26	1.32	0.82	1.11	0.35	0.48
64	20.11	4-乙基-2-甲氧基苯酚	2785-89-9	0.83	0.46	0.42	0.46	0.70	0.21	0.56	0.51	0.37	2.12	-	0.70	0.59	0.47	-	0.34
65	20.54	呋喃	120-72-9	0.30	0.38	0.34	0.37	0.14	0.15	0.33	0.43	0.29	0.35	-	0.48	0.43	0.36	-	0.30
66	20.74	二糠基醚	4437-22-3	0.74	0.42	0.51	0.61	0.33	0.30	0.35	0.26	0.41	0.76	-	0.55	0.63	0.45	0.30	0.32
67	20.84	4-羟基-3-甲基苯乙酮	876-02-8	0.16	-	0.18	0.19	0.12	0.12	0.11	0.16	-	-	-	0.12	0.19	0.14	-	-
68	21.08	4-乙烯基-2-甲氧基-苯酚	7786-61-0	0.35	0.45	0.20	0.36	0.49	0.25	0.53	0.45	0.29	1.02	-	1.66	0.69	1.11	-	1.19
69	22.51	3,4-二甲氧基苯乙烯	6380-23-0	0.22	0.17	0.18	0.24	0.20	0.14	0.20	0.16	0.09	0.13	-	0.28	0.19	0.28	-	0.18
70	22.77	2',5'-二羟基苯丙酮	938-46-5	0.38	0.27	0.22	0.32	0.28	0.24	0.28	0.15	0.14	-	-	0.29	0.23	0.28	-	-
71	23.36	香兰素	121-33-5	0.16	-	0.13	0.18	0.26	0.22	0.21	0.21	-	-	-	0.20	0.14	0.17	--	-
72	23.74	1-糠醇-2-甲酰基吡咯		0.49	0.55	0.49	0.55	0.48	0.37	0.71	0.71	0.49	0.34	0.40	0.60	0.60	0.69	0.42	0.37
73	33.58	咖啡因	058-8-2	0.30	0.79	0.08	0.15	0.12	0.18	0.10	0.15	-	-	-	3.07	0.23	2.10	-	1.30
74	35.08	棕榈酸甲酯	112-39-0	0.25	-	0.06	0.07	0.32	0.05	0.10	-	-	0.15	0.35	0.14	0.06	-	-	-
75	35.80	棕榈酸	057-10-3	2.31	1.53	1.29	1.56	1.44	1.30	2.98	1.53	-	-	-	2.16	0.32	0.35	-	-
76	38.26	反式油酸甲酯	2462-84-2	0.16	-	-	-	0.11	-	-	0.08	-	-	-	-	-	-	-	-

注: 1 为印尼曼特宁; 2 为巴西咖啡; 3 为云南小粒咖啡顶级圆豆; 4 为 illy 咖啡 (意大利); 5 为摩卡综合焙炒咖啡粉 (日本); 6 为拉瓦萨咖啡 (意大利); 7 为维也纳小红帽啡红年华咖啡 (奥地利); 8 为精选咖啡豆摩卡风味; 9 为精选咖啡豆巴西风味; 10 为精选咖啡豆炭烧风味; 11 为精选咖啡豆蓝山风味; 12 为精选曼特宁咖啡; 13 为意大利调配咖啡; 14 为哥伦比亚精选咖啡; 15 为精选肯尼亚咖啡; 16 为牙买加蓝山调配咖啡; - 表示没有检出; 46 号成分未最后确定。

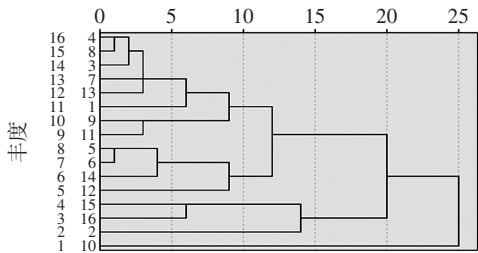


图 2 聚类图
Fig.2 Clustering figure

的相似性,该方法还需要进一步研究。
以 16 个样品的 33 种含量大于 0.5 % 的主要香气成分含量构成 16×33 的矩阵,利用 SPSS19.0 软件进行主成分分析。选取了 5 个主成分,第一主成分方差贡献率是 27.164 %,第二主成分方差贡献率是 25.066 %,第三主成分方差贡献率是 13.23 %,第四主成分方差贡献率是 9.362 %,第五主成分方差贡献率是 6.336 %。第一主成分中特征向量较大的有:苯酚(0.921)、4-乙

基-2-甲氧基苯酚(0.835)、愈创木酚(0.770)、3-甲基-2-乙基顺式丁烯二酸酐(0.743)、2-乙基-5-甲基吡嗪(0.725)、乙酸糠酯(0.691)、2,3-二甲基吡嗪(0.625)、2-乙基-3,5-二甲基吡嗪(0.509)。这些挥发性香气成分中苯酚类成分都具有强烈的烘烤气息,强烈烟熏似香甜香气,有略有草药和苯酚气味,而吡嗪类成分具有强烈的烘烤气息,具有烤香,坚果香,爆玉米花,咖啡等香味特征。第二、三主成分中特征向量较大的是吡咯类,吡咯类中的2-乙酰基吡咯具有烤焦香,N-甲基-2-乙酰基吡咯具有咖啡的焦苦香,N-取代的羰基吡咯衍生物具有烤坚果的焦香气味,及特征咖啡香。这个第一、二、三主成分可以基本反映出咖啡的香气特征。而咖啡香气成分中百分含量最大的成分糠醇(平均百分含量31%)味苦辣,从主成分分析结果中看出对于主成分的特征向量贡献很小。

3 结论

在研究中对16个地区的中度烘焙的咖啡进行了香气成分分析,分析了76种挥发性成分。可以看出各地区的咖啡挥发性香气成分基本相似,含量有差别。这主要是因为咖啡的香气成分主要从咖啡的烘焙过程中产生,未烘焙的生咖啡豆是没有任何香气的,在烘焙过程中,主要发生了美拉德和焦糖化反应,产生了香气挥发性成分。美拉德反应是羟基和氨基的反应,对于生咖啡豆来说,主要是蛋白质、氨基酸和糖的反应。生咖啡豆中这些成分有差别,但是差别不大,所以在经过烘焙过程时,发生的美拉德反应过程差别不大,即,美拉德反应的反应物一样,在相同的条件下,反应产物也基本一样。而含量和成分的差别主要是因为烘焙的程度不同,即反应程度不同。

对咖啡的香气成分进行了聚类分析和主成分分析。通过聚类分析找到不同地区咖啡的相似性,通过主成分分析找到对咖啡香气影响较大的成分。在聚类

分析中,聚为一类的咖啡在香气成分分析中有相似性,这要求样品有代表性,这个研究将继续进行。在主成分分析中,找到了对于咖啡香气影响较大的成分如:苯酚类、吡嗪类、吡啶类。对于百分含量较大的成分如糠醇经过分析发现对于咖啡的香气贡献很小。

参考文献:

- [1] 加菲.咖啡是一种树[J].中外食品,2007(2):82
- [2] 朱永兴,姜爱芹.咖啡、可可和茶的全球发展比较研究[J].茶叶科学,2010,30(6):493-500
- [3] 孙娟,熊惠波.世界咖啡产销情况及中国咖啡产业发展分析[J].世界农业,2010(2):38-40
- [4] 周艳飞,陈治华.运转产业链加快云南咖啡产业发展[J].中国热带农业,2010(5):27-30
- [5] 钟科军,魏万之,郭方道,等.GC-MS及主成分分析法用于咖啡香精的指纹图谱分析和微差样品的识别[J].分析实验室,2006,25(8):119-122
- [6] 詹家芬,陆舍铭,曲国福,等.老挝咖啡的挥发和半挥发性成分提取分析[J].食品研究与开发,2008,29(2):125-128
- [7] Ryan D, Shellie R, Tranchida P, et al. Analysis of roasted coffee bean volatiles by using comprehensive two-dimensional gas chromatography-time-of-flight mass spectrometry[J]. Journal of Chromatogr A, 2004, 1054(1): 57-65
- [8] Baggenstoss J, Poisson L, Kaegi R, et al. Coffee roasting and aroma formation: application of different time-temperature conditions[J]. J Agric Food Chem, 2008, 56(14): 5836-5846
- [9] Kumazawa K, Masuda H. Investigation of the change in the flavor of a coffee drink during heat processing[J]. J Agric Food Chem, 2003, 51(9): 674-2678
- [10] ISABEL LOÄ PEZ-GALILEA, NICOLE FOURNIER, CONCEPCIOÑ N CID, et al. Changes in Headspace Volatile Concentrations of Coffee Brews Caused by the Roasting Process and the Brewing Procedure[J]. J Agric Food Chem, 2006, 54(22): 560-8566
- [11] JOON-KWAN MOON, TAKAYUKI SHIBAMOTO. Role of Roasting Conditions in the Profile of Volatile Flavor Chemicals Formed from Coffee Beans[J]. J Agric Food Chem, 2009, 57(12): 823-5831

收稿日期:2014-09-26