

# 广西百色地区不同品种芒果香气成分分析

余炼, 滕建文, 左俊, 韦保耀

(广西大学轻工与食品工程学院, 广西 南宁 530004)

**摘要:** 采用同时蒸馏萃取法提取广西百色地区八个品种芒果的香气成分, 进行气相色谱-质谱分析鉴定。结果表明, 芒果香气主要成分为萜烯类物质, 如异松油烯、罗勒烯、 $\alpha$ -蒎烯、 $\beta$ -月桂烯、 $\alpha$ -侧柏烯、柠檬烯、石竹烯、萹烯等。这些成分共同构成芒果香味, 但其含量在各个品种间存在差异。

**关键词:** 芒果; 香气成分; 气相色谱-质谱

中图分类号: TS207.3; 文献标识码: A; 文章编号: 1673-9078(2008)03-0276-06

## Analysis of Aroma Components in Different Mango Varieties in Beise Region of Guangxi Province

YU Lian, TENG Jian-wen, ZUO Jun, WEI Bao-yao

(College of Food Science and Engineering, Guangxi University, Nanning 530004, China)

**Abstract:** The aromatic substances in eight mango varieties in Beise region of Guangxi province were obtained by simultaneous distilled extraction and analyzed by GC-MS. Results showed that the main aromatic components of mango were terpenes viz, terpinolene, ocimene,  $\alpha$ -pinene, beta-myrcene, alpha-thujene, limonene, caryophyllene, Carene, etc. And the contents of these compounds in these mango varieties were different.

**Key words:** mango; aroma components; gas chromatography-mass spectrometry

芒果是漆树科芒果属, 享有“热带果王”美称, 芒果具有适应性强, 生长快, 结果早, 风味独特, 营养价值极高等优点, 其果肉汁多味甜, 可鲜食或制成果脯、果汁、罐头等多种加工品, 现在我国亚热带地区广泛种植。

我国芒果主要分布在海南、广东、广西、云南、福建、四川和台湾等省区, 广西近年芒果大面积种植, 已达全国芒果种植面积 40%以上, 产量超过 12 万吨, 广西芒果主产区以百色地区右河谷最为集中。栽种面积较大的品种有紫花芒, 田阳芒、秋芒、象牙芒、金穗芒等, 近年引进的品种有台农 1 号、凯特芒等。印度、墨西哥、巴基斯坦、中国、巴西等国家是芒果主要生产国, 芒果具有独特的香气, 芒果的香气成分在国外已被广泛研究, 但国内对有关芒果种群香气的研究分析报道较少。本文对广西百色地区种植的八个品种芒果香气成分进行分析测定, 以便为品种筛选及加工利用提供一定的科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验仪器、材料与试剂

仪器: 岛津 QP5050A 气相色谱-质谱联用仪 (GC-MS) (日本岛津); DB-1 弹性石英毛细管柱 (30 mm $\times$ 0.25 mm $\times$ 0.25  $\mu$ m); RE-52AA 旋转蒸发仪 (上海亚荣生化仪器厂)。

试剂: 乙醚 (分析纯), 无水硫酸钠 (分析纯)。

材料: 广西百色地区紫花芒、台农芒、金穗芒、凯特芒、香芒、象牙芒、红金煌芒、桂热 120 芒等八个品种芒果。

### 1.2 实验方法

采用同时蒸馏萃取法 (SDE) 提取芒果香气成分。将芒果果肉捣碎成浆后取 300 g 置于同时蒸馏萃取装置 (以下简称 SDE 装置) 的原料瓶中, 经油浴锅加热, 油浴温度为 105~110  $^{\circ}$ C。另取乙醚 25 mL 置于 SDE 装置的溶剂瓶中, 以水浴锅加热, 水温控制在 40  $^{\circ}$ C, 蒸馏 3 h 后停止实验。收集富含香气物质的乙醚萃取液, 经无水硫酸钠干燥, 再经旋转真空浓缩器去除乙醚, 浓缩得到 1 mL 淡黄色的芒果精油, 作为待测样品供 GC/MS 分析。

收稿日期: 2007-11-30

基金项目: 国家科技部科技攻关百色专项, 广西科技攻关项目 (0424006)

作者简介: 余炼, 女 (1971-), 讲师, 硕士, 主要从事食品风味化学研究

### 1.3 实验条件

色谱条件：DB-1 弹性石英毛细管柱，规格 30 m×0.25 mm×0.25 μm；进样品温度 250 °C；起始温度是 50 °C，保持 2 min，以 4 °C/min 升至 250 °C，最后保持 5 min；载气 He：1 mL/min；分流比 1:50；进样量 1 μL。

质谱条件：电离方式 EI，电离电压 70 eV，电子倍增器电压 1.5 KV，连接杆温度 230 °C，扫描范围 40~600 amu，扫描间隔 0.5 s。

## 2 结果与讨论

对所得的紫花芒、凯特芒、台农芒等八个品种芒果香气成分的气相色谱图（见图 1~8）。

各组分质谱经计算机图库（NIST 2002）检索及资料分析，检出的香气成分如表 1 所示。

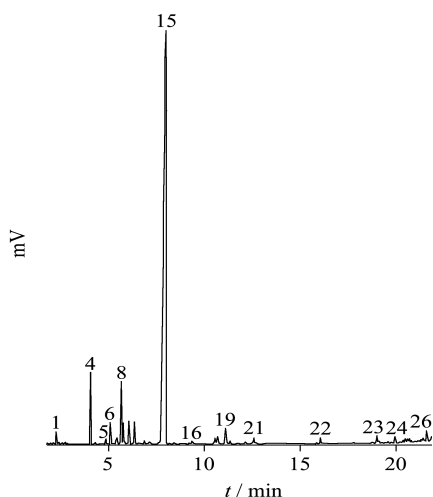


图 1 紫花芒的香气气相色谱图

Fig.1 GC chromatogram of the "Zihua" mango Volatile

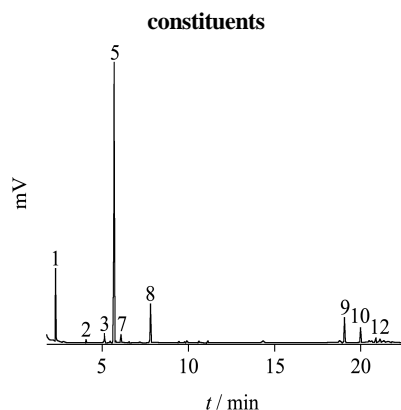


图 2 凯特芒的香气气相色谱图

Fig.2 GC chromatogram of the "Kate" mango Volatile

constituents

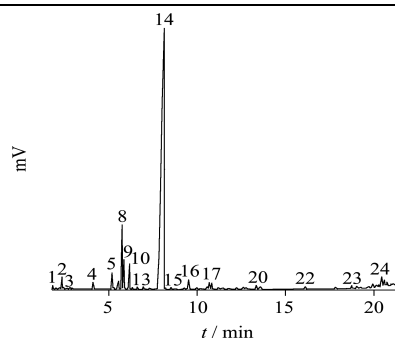


图 3 台农芒的香气气相色谱图

Fig.3 GC chromatogram of the "Tainong" mango Volatile

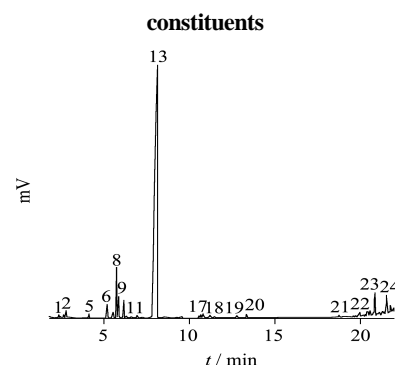


图 4 香芒的香气气相色谱图

Fig.4 GC chromatogram of the "Xiang" mango Volatile

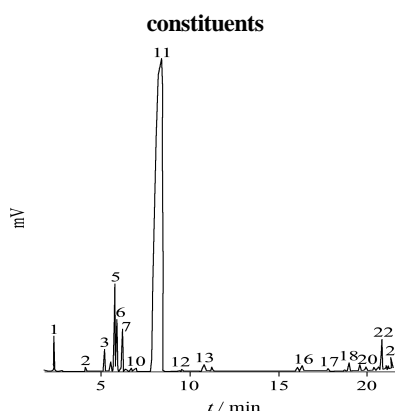


图 5 象牙芒的香气气相色谱图

Fig.5 GC chromatogram of the "Ivory" mango Volatile

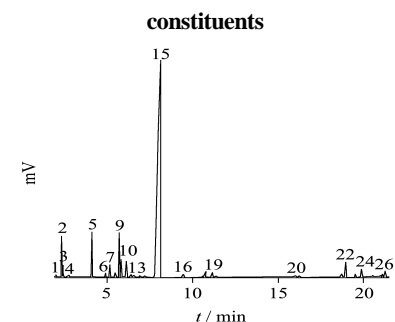


图 6 金穗芒的香气气相色谱图

Fig.6 GC chromatogram of the "Jinsui" mango Volatile

constituents

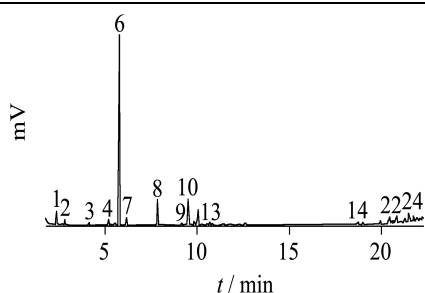


图7 红金煌芒的香气气相色谱图

Fig.7 GC chromatogram of the “Hongjinhuang” mango

Volatile constituents

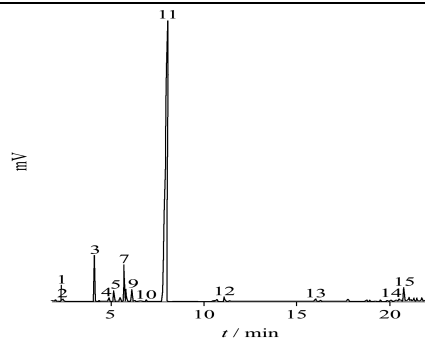


图8 桂热 120 芒的香气气相色谱图

Fig.8 GC chromatogram of the “Guire 120” mango

constituents

表1 各品种芒果香气成分 GC-MS 鉴定结果 (%)

Table 1 Volatile constituents identified aromas of different varieties of mango by GC-MS

Retention time/min	Compound	Percentage/%							
		紫花芒	凯特芒	台农芒	香芒	象牙芒	金穗芒	红金煌芒	桂热 120
1.84	3-羟基丁醛 Butanal,3-hydroxy			0.04					
1.86	甲酸异丙酯 Formic acid,1-methylethyl ester						0.10		
2.36	2-乙氧基丙烷 2-ethoxy-Propane	0.15	2.99	0.14	0.04	0.50	2.33	0.20	0.55
2.43	糠醛 Furfural	0.02		0.03	0.03		0.56		0.08
2.61	2-己烯醛 2-Hexenal	0.01			0.05				
2.80	3-烯-己醇 3-Hexen-1-ol				0.13		0.13	0.09	
4.12	α-蒎烯 alpha-Pinene	1.02	0.14	0.11	0.06	0.10	2.54	0.04	1.92
4.86	β-蒎烯 beta-Pinene	0.09					0.26		0.16
5.21	β-月桂烯 beta-Myrcene	0.35	0.48	0.34	0.27	0.71	0.79	0.11	0.50
5.32	环戊烯十一酸 Hydnocarpic acid			0.04					
5.53	α-侧柏烯 alpha-Thujene	0.17	0.11	0.26	0.18	0.54	0.50	0.03	0.30
5.73	罗勒烯 Ocimene	1.08	18.57	1.47	1.08	3.41	3.22	4.77	1.89
5.83	2-萜烯 2-Carene	0.35	0.08	0.56	0.39	1.57	1.07		0.57
5.86	叔丁基甲苯 tert-Butylbenzene	0.02							
6.18	柠檬烯 limonene	0.51	0.55	0.68	0.46	1.85	1.46	0.17	0.80
6.38	3,7-二甲基-1,3,6-辛三烯 1,3,6-Octatriene,3,7-dimethyl	0.41		0.03	0.04	0.11	0.21		
6.46	2-甲基戊醇 1-Pentanol,2-methyl								
6.59	反-罗勒烯 cis-beta-Ocimene			0.04		0.16	0.13		
6.87	3-萜烯 3-Carene	0.07			0.05		0.18		
6.93	4-萜烯 4-Carene	0.05		0.07		0.22			0.10
8.00	异松油烯 Terpinolene	21.36	2.73	21.77	19.8	77.47	65.60	0.60	37.45
8.54	2,6-二甲基-1,3,5,7-辛四烯			0.03					

	2,6-dimethyl-1,3,5,7-Octatetraene						
9.38	2,3-二烯甲基桥 [ 3,2,1 ] 辛烷 Bicyclo [ 3,2,1 ] octane,2,3-bis(methylene)	0.08					
9.53	2,6-二烯壬醛 2-trans-6-cis-Nonadiena		0.21	0.07	0.23	0.68	
10.02	3,6-二烯壬醇 3,6-Nonadien-1-ol					0.20	
10.59	2,6-二烯-3,5,7-三烯-2-癸醇 2,6-dimethyl-3,5,7-Octatriene-2-ol		0.05	0.04			
10.64	3,7-二甲基-2,6-二烯辛醛 2,6-Octadienal,3,7-dimethyl	0.11	0.14	0.06	0.11	0.30	
11.01	$\alpha,\alpha,4$ -三甲基苯甲醇 $\alpha,\alpha,4$ -trimethyl-Benzenemethanol	0.59	0.13	0.16	0.37	0.76	0.03
11.48	4,7,7-三甲基-桥 [ 4, 1, 0 ] -3-庚醇 4,7,7- trimethyl -Bicyclo[ 4, 1, 0 ]heptan-3-ol	0.04		0.03			
12.70	$\gamma$ -丁基- $\gamma$ -丁酸内酯 gamma-butyl-gamma-butyrate	0.09					
12.80	侧柏醇 Thujol			0.05			
13.36	4-羟基-3-薷烯 (E)-3-Caren-4-ol		0.09	0.09			
13.58	2-异丙烯基-5-甲基-4-烯己醇 2-Isopropenyl-5-methylhex-4-enal		0.08				
16.03	环氧长叶松烯 Longipinene epoxide	0.09	0.05	0.09	0.10	0.15	
16.31	1-己基-4-异丙基苯 Benzene,1-ethyl-4(1-methyl)ethyl)			0.32			
17.79	吉马烯 D Germacerene D			0.07	0.17		
18.75	十二烷 Dodecane		0.04	0.02		0.04	
18.98	7,11-二甲基-3-烯甲基-1,6,10-十二烯 1,6,10-Dodectatriene,7,11-dimethyl-3-methylene	0.14		0.25	1.19		
19.40	6-炔基-4-十六烯 4-Hexadecene-6-yne		1.93				
19.57	2,4-二异丙烯基-1-乙炔基-1-			0.18	0.21		

甲基环己烷									
cyclohexane,1-ethenyl-1-methyl-2,4-bis(1-methylethenyl)									
19.92	$\alpha$ -石竹烯 $\alpha$ -Caryophyllene	0.11	1.15	0.11	0.09	0.64	0.07		
20.38	异香树烯 Isoaromadendrene				0.10	0.09	0.31	0.19	
20.84	石竹烯 Caryophyllene	0.07	0.32	0.07	0.45	1.11	0.32	0.84	

如表 1 所示，八个样品共鉴定出 43 种香气成分。主要以无环、单环、双环单萜类及倍半萜类物质为主。含量较普遍的香气成分主要有异松油烯、罗勒烯、 $\beta$ -月桂烯、石竹烯、 $\alpha$ -蒎烯、 $\beta$ -蒎烯、柠檬烯、萜烯、2-乙氧基丙烷、 $\alpha$ -松油醇等。这些物质共同构成了芒果独特的芳香气味，但不同的芒果品种存在着一定的差异。我们根据主要香气的种类把八个品种的芒果分为两个不同大类。第一大类，富含异松油烯，包括六个品种，其异松油烯含量分别为：象牙芒（77.47%）；金穗芒（65.60%）；桂热 120（37.45%）；台农芒（21.77%）；紫花芒（21.36%）；香芒（19.77%）。异松油烯具有芳香松木气味<sup>[2]</sup>，略有微带甜味的柑桔风味。据报道，异松油烯是斯里兰卡的 Willard 和 Parrot 品种<sup>(1)</sup>、澳大利亚的 Bowen 品种<sup>(2)</sup>、美国佛罗里达的 Kensington 品种<sup>(3)</sup>及巴西一些品种<sup>(4)</sup>芒果香气的主要成分。第二大类，富含罗勒烯，包括两个品种，其罗勒烯含量分别为：凯特芒（18.57%）；红金煌芒（4.77%）。罗勒烯具有清新柠檬香气，并带有花香的底香。凯特芒和红金煌芒的异松油烯含量较低，分别为 2.73%和 0.60%。据报道，罗勒烯是印度和斯里兰卡所产的 Alphonso 和 Jaffa 品种<sup>(1)</sup>芒果香气的主要成分。另外，第一集团中的六个品种芒果香气中均含有一定的罗勒烯，其罗勒烯含量分别为：象牙芒（3.41%）；金穗芒（3.22%）；桂热 120（1.89%）；台农芒（1.47%）；紫花芒（1.08%）；香芒（1.08%）。

除了异松油烯和罗勒烯之外，这八个品种的芒果香气中均鉴定出了相当数量的  $\alpha$ -蒎烯、 $\beta$ -月桂烯、 $\alpha$ -侧柏烯、柠檬烯、石竹烯、萜烯等萜类物质。各品种含量范围如下： $\alpha$ -蒎烯为 0.06%~2.54%； $\beta$ -月桂烯为 0.11%~0.79%； $\alpha$ -侧柏烯为 0.03%~0.54%；柠檬烯为 0.17%~1.85%； $\alpha$ -石竹烯和石竹烯为 0.07~1.11%。这些物质的含量虽不如异松油烯和罗勒烯那么多，但对芒果整体香气的形成也有较大的作用。其中， $\alpha$ -蒎烯在委内瑞拉、印度孟买和巴西<sup>[4]</sup>的芒果中也有发现。石竹烯曾有报道存在于印度、斯里兰卡<sup>[5]</sup>及巴西种群

的芒果中。月桂烯和柠檬烯是印度 Alphonso 和埃及 Baladi 品种芒果香气的主要成分<sup>[6]</sup>，而在巴西一些芒果种群中也含有月桂烯。萜烯类化合物是古巴、委内瑞拉和巴西某些品种芒果的重要香气成分，在本次实验的八个品种中，仅有紫花芒、台农芒、象牙芒、桂热 120 等四个品种检出 4-萜烯，且含量也很低（0.05%~0.22%）；而紫花芒、香芒、金穗芒检出 3-萜烯（含量 0.05%~0.18%）；除了红金煌芒外，其余七个品种检出 2-萜烯（含量 0.08%~1.57%）。

此外，还有一些成分虽然不属于萜烯类化合物，但也是芒果香气成分之一。如糠醛，存在于紫花芒、台农芒、香芒、金穗芒、桂热 120 等品种中，据报道，糠醛是委内瑞拉品种芒果的主要香气成分之一<sup>[4]</sup>。而在巴西某些品种的芒果中也曾发现含有 3-烯己醇，本次实验中，香芒、金穗芒、红金煌芒中也检出了 3-烯己醇。

### 3 结论

本实验所鉴定出的芳香化合物中，萜烯类化合物有近 20 种，而且在每个品种中基本都能占到所有检出芳香物质总量的 70%以上，这表明组成芒果香气的特征化合物是萜烯类物质。其中，象牙芒、金穗芒、桂热 120、台农芒、紫花芒、香芒等六个品种的香气成分以异松油烯为主；而凯特芒、红金煌芒等两个品种的香气主要成分是罗勒烯。除了异松油烯和罗勒烯之外， $\alpha$ -蒎烯、 $\beta$ -月桂烯、 $\alpha$ -侧柏烯、柠檬烯、石竹烯、萜烯等萜类物质也是这八个品种芒果香气的重要成分。这些成分的含量可作为鉴定芒果香气优劣的重要指标。

实验结果表明，构成广西百色地区芒果香气的物质与其它各国的芒果香气成分大体上是一致的，但具体含量各有不同。这可能是由于品种差别以及产地不同的生长环境造成的。

### 参考文献

(下转第 284 页)