

# 发酵型菠萝蜜果酒香气成分的 GC/MS 分析

张玲<sup>1</sup> 张钟<sup>1</sup> 海金萍<sup>1</sup> 张旭<sup>2</sup>

(1.广东石油化工学院化学与生命科学学院,广东 茂名 525000;2.华南理工大学轻工与食品学院,广东 广州 510640)

**摘要:** 采用液液萃取提取发酵型菠萝蜜果酒的香气成分,再用气相色谱-质谱联用(GC/MS)技术对果酒的香气成分进行了分析。共检测出 27 种挥发性成分,其峰面积占总量的 99.52%。其中醇类 6 种,含量为 85.99%,酯类 7 种,含量为 4.05%,酸类 7 种,含量为 3.44%,酮类 3 种,含量为 1.48%,其他物质占 4.56%。醇类中含量最高的是苯乙醇,达 57.82%,其次是 3-甲基-1-丁醇,含量为 23.03%,它们是菠萝蜜果酒香气的主体成分。这些物质相互间的协同作用使菠萝蜜果酒体现出特殊的果香和发酵香。

**关键词:** 菠萝蜜; 果酒; 香气成分; GC/MS

中图分类号: TS262.7; TS261.4; TS261.7

文献标识码: A

文章编号: 1001-9286(2011)11-0113-04

## Analysis of Flavoring Compositions of Fermenting Jackfruit Fruit Wine by GC/MS

ZHANG Ling<sup>1</sup>, ZHANG Zhong<sup>1</sup>, HAI Jinping<sup>1</sup> and ZHANG Xu<sup>2</sup>

(1.College of Chemistry and Life Science, Guangdong University of Petrochemical Technology, Maoming, Guangdong 525000;

2.College of Light Industry and Food Sciences, South China University of Technology, Guangzhou, Guangdong 510640, China)

**Abstract:** The flavoring compositions of fermenting Jackfruit fruit wine were extracted by liquid-liquid extraction, and then analyzed by GC/MS. There were 27 kinds of volatile compounds detected with their peak area 99.52 % of total flavoring compositions. Among them, there were 6 kinds of alcohols (85.99 %), 7 kinds of esters (4.05 %), 7 kinds of acids (3.44 %), 3 kinds of ketones (1.48 %), and other flavoring compositions (4.56 %). The content of phenylethyl alcohol was the highest in alcohols as 57.82 % and then followed by 3-methyl-1-butanol (23.03 %). The two compounds were the main flavoring compositions of Jackfruit fruit wine. The synergistic effects among all the flavoring compositions finally resulted in the special fruit aroma and fermenting aroma of Jackfruit wine.

**Key words:** Jackfruit; fruit wine; flavoring compositions; GC/MS

菠萝蜜(*Artocarpus heterophyllus* Lam.)又称木菠萝、包蜜、俗称牛肚子果,是世界著名的热带水果,素有“热带珍果”之称<sup>[1]</sup>。它是集水果、木本粮食及珍贵木材于一体的热带树种,在国外亦称为“穷人的食物”<sup>[2-4]</sup>。目前,几乎全球所有热带国家均有种植。国内除闽台、华南、云南的热带地区有分布外,亦可见于川南的亚热带地区<sup>[5]</sup>,它是我国的主要热带水果之一,产量较大。由于菠萝蜜品质差异悬殊,果实病害严重,收获期集中,而保鲜期短,且在综合利用方面缺乏深入研究和成熟配套的技术,所以菠萝蜜产业长期得不到发展<sup>[6]</sup>。

国内外对菠萝蜜的种植和利用研究呈逐年升温的趋势。Jagadeesh<sup>[2]</sup>等对印度产菠萝蜜进行了总可溶性固形物、还原糖及总糖、淀粉、类胡萝卜素等化合物的含量测定;陈福全<sup>[7]</sup>等对菠萝蜜种子淀粉颗粒的物化特性进行了研究,结果表明,菠萝蜜种子淀粉难糊化,但热糊稳定

性好,具有较高冷粘度,凝胶性也较强。武杰<sup>[8]</sup>等研制出菠萝蜜果浆冰淇淋;王天陆<sup>[9]</sup>采用低温真空油炸和真空离心脱油技术加工的菠萝蜜脆片水分含量小于 7%,含油率小于 20%。菠萝蜜不仅营养丰富,而且香气浓郁、独特,令人愉悦。Maia<sup>[10]</sup>等将菠萝蜜去皮除籽后浸解成浆状,采用水-戊烷体系同时进行蒸馏-萃取,并将这种萃取物描述为挥发物,以 GC/MS 联用仪分析鉴定出 39 种化合物。将菠萝蜜果开发成果酒,不仅可以保留菠萝蜜丰富的营养价值,延长保质期,而且果酒风味独特,口感良好。国内已有关于菠萝蜜果酒的研制报道,如李俊侃<sup>[11]</sup>等采用控温发酵技术酿制的菠萝蜜果酒色泽淡黄,清亮透明。但目前尚未有对菠萝蜜果酒的风味成分研究的报道。本论文采用 GC/MS 联用技术分析发酵型菠萝蜜果酒的香味物质,以期为该果酒的香气特征提供科学依据。

基金项目 广东石油化工学院科学研究基金资助。

收稿日期:2011-07-25

作者简介 张玲(1979-),女,湖北黄冈人,讲师,硕士,研究方向为农产品加工与保藏。

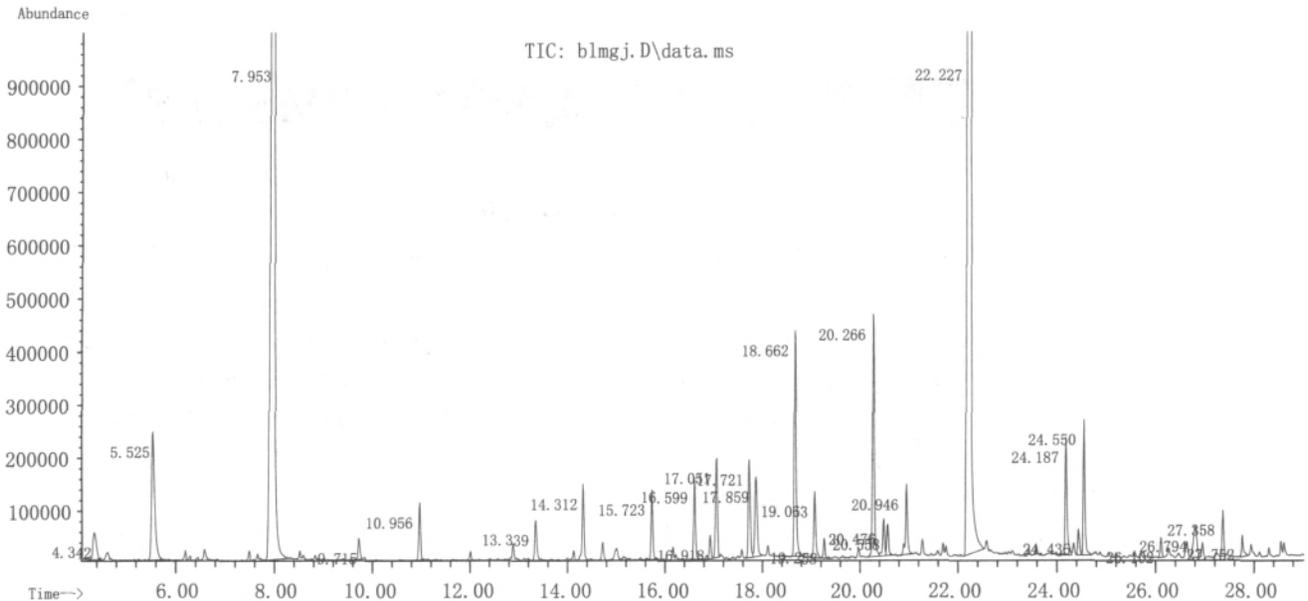


图1 菠萝蜜果酒的GC/MS总离子流图

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与试剂

菠萝蜜果酒:实验室自酿,酿制时间为2010年5月,20℃以下保存1年。果酒色泽金黄,澄清透明,口感柔和爽醇,果香宜人,具有菠萝蜜的特征香味。理化指标:酒精度7.3%vol,总糖5.3g/100mL,总酸5.8g/L(以酒石酸计)。

二氯甲烷(AR),天津市光复科技发展有限公司;无水硫酸钠(AR),天津化学试剂有限公司。

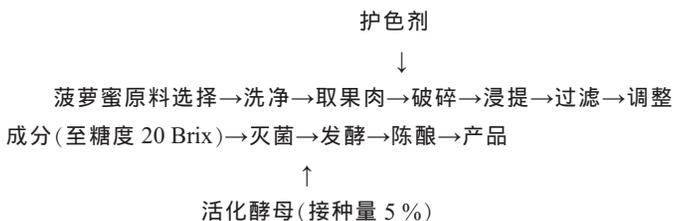
### 1.2 设备

HGC-12A氮吹仪,成都科捷科技发展有限公司;GCMSD5975气相色谱-质谱联用仪(GC/MS),美国安捷伦科技有限公司。

### 1.3 方法

#### 1.3.1 菠萝蜜果酒制备工艺流程<sup>[12]</sup>

菠萝蜜果酒制备工艺流程如下:



#### 1.3.2 菠萝蜜果酒样品前处理

取酒样100mL,用100mL、60mL、60mL二氯甲烷分别萃取3次,合并有机相,浓缩至5mL。再用无水硫酸钠脱水,用氮吹仪浓缩至1mL,供GC/MS分析。

#### 1.3.3 GC/MS分析条件

色谱柱:HP-5MS(30m×0.25mm×0.25μm)毛细管

柱;程序升温:起始温度45℃,平衡0.5min,以6℃/min升至195℃,再以10℃/min升至220℃保持2.0min,进样口温度230℃。载气He,流速1.0mL/min,分流比10:1。质谱条件:电离方式EI,电离电压70eV,扫描范围33~500amu,离子源温度250℃。检索谱库为NIST05a.L。

## 2 结果与分析

图1为菠萝蜜果酒的GC/MS总离子流图;表1为香气成分的GC/MS分析结果。各色谱峰相应的质谱图通过NIST05a.L谱库检索并经过分析,采用面积归一化法计算出各成分的相对含量。

由表1可知,本实验共鉴定出27种芳香成分,其峰面积相对含量占总量的99.52%。主要香气种类及含量见表2。主要有醇类化合物6种,酯类化合物7种,酮类化合物3种和酸类化合物7种。其中,醇类含量为85.99%,酯类含量为4.05%,酸类含量为3.44%,醛酮类含量为1.48%。

### 2.1 醇类组分的比较分析

醇类物质是菠萝蜜果酒中最重要的挥发性物质,主要来源于果酒发酵过程。表1显示,6种醇中,含量最高的是苯乙醇,达到57.82%。它是酵母在有氧条件下,经磷酸-戊糖途径生成赤藓糖后进而形成的<sup>[13]</sup>,具有清甜的玫瑰花香、紫罗兰香、茉莉花香等多种风味<sup>[14]</sup>;其次是3-甲基-1-丁醇,含量为23.03%,它在许多果酒香气成分检测中均被认为是主要呈香物质。

### 2.2 酯类组分的比较分析

酯类化合物是构成果香和酒香的重要物质,有3种

表1 菠萝蜜果酒香气成分的GC/MS分析结果

序号	保留时间(min)	化合物名称	分子式	分子量	相对含量(%)
1	5.523	2-甲基-1-丙醇	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O	74.04	1.95
2	7.958	3-甲基-1-丁醇	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> O	88.15	23.03
3	9.716	3-羟基-2-丁酮	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	88.11	0.20
4	10.955	2-羟基丙酸乙酯	C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> O <sub>3</sub>	118.13	0.50
5	13.338	醋酸	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	60.05	0.45
6	14.316	1,2,3-丁三醇	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O <sub>3</sub>	106.12	0.73
7	15.720	2-甲基丙酸	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	88.11	0.60
8	16.595	2-(2-乙氧基乙氧基)乙酸乙酯	C <sub>8</sub> H <sub>16</sub> O <sub>4</sub>	176.21	0.74
9	16.917	丁酸	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>	88.11	0.22
10	17.052	丁内酯	C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	86.09	0.96
11	71.718	D-阿洛糖	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>	180.16	0.99
12	17.854	5-氯-2-吡啶	C <sub>5</sub> ClN	256.60	0.99
13	18.665	3-甲基-1-丙醇	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> OS	106.19	2.23
14	19.061	乙酸丁酯	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>2</sub>	116.16	0.66
15	19.258	5-乙酰基-2(3H)-咪喃酮	C <sub>8</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>	128.12	0.17
16	20.268	2-甲基四氢噻吩	C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> S	102.20	2.24
17	20.476	1-(2-苯乙基)-2,4,6-三酮-咪啉	C <sub>12</sub> H <sub>14</sub> N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	234.22	0.34
18	20.559	异硫氰酸甲氧基甲酯	C <sub>5</sub> H <sub>6</sub> NOS	103.14	0.29
19	20.944	己酸	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>2</sub>	116.16	0.68
20	22.224	苯乙醇	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> O	122.17	57.82
21	24.191	4-羟基-2,5-二甲基-3(2H)-咪喃酮	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> O <sub>3</sub>	128.13	1.11
22	24.440	3-苯丙醇	C <sub>9</sub> H <sub>12</sub> O	136.19	0.23
23	24.555	辛酸	C <sub>8</sub> H <sub>16</sub> O <sub>2</sub>	144.24	1.11
24	26.105	醋氨己酸	C <sub>8</sub> H <sub>15</sub> O <sub>3</sub> N	173.09	0.17
25	26.792	邻苯二甲酸-异丁基-十一烷基酯	C <sub>13</sub> H <sub>20</sub> O <sub>4</sub>	320.19	0.55
26	27.354	5-氧代四氢咪喃-2-羧酸-乙酯	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> O <sub>4</sub>	158.00	0.35
27	27.749	正癸酸	C <sub>10</sub> H <sub>20</sub> O <sub>2</sub>	172.26	0.21

表2 菠萝蜜果酒中香气组成及含量

香气类型	种数	含量(%)
醇类化合物	6	85.99
酯类化合物	7	4.05
酮类化合物	3	1.48
酸类化合物	7	3.44
其他化合物	4	4.56

来源:一是存在于水果原料中构成果香的酯;二是在发酵过程中由酵母菌和细菌活动形成的酯;三是来源于贮存过程中的酯化反应<sup>[15]</sup>。本实验在菠萝蜜果酒挥发性物质中共检测出7种酯类物质,含量为4.05%,各种酯类含量相差不大,但对果酒的香味具有重要贡献。

### 2.3 酸类组分的比较分析

果酒中的酸类物质主要来自于原料和发酵过程,也是果酒中一类重要的风味物质。表1显示,本实验共检出7种酸,含量由多到少依次为辛酸1.11%、己酸0.68%、2-甲基丙酸0.60%、醋酸0.45%、丁酸0.22%、正癸酸0.21%、醋氨己酸0.17%。此外,菠萝蜜果酒中还存在着本方法未能检测出的其他有机酸类化合物。

### 2.4 其他组分的比较分析

菠萝蜜果酒挥发性成分除被检出的醇类化合物、酯类化合物和酸类化合物外,还被检出3种酮类化合物,其

总含量为1.48%。分别是4-羟基-2,5-二甲基-3(2H)-咪喃酮(1.11%)、3-羟基-2-丁酮(0.20%)、5-乙酰基-2(3H)-咪喃酮(0.17%)。另外,少量的D-阿洛糖(0.99%)、5-氯-2-吡啶(0.99%)、2-甲基四氢噻吩(2.24%)和1-(2-苯乙基)-2,4,6-三酮-咪啉(0.34%)也被检出。这些物质含量虽较低,但却具有阈值非常低的特点,所以它们也可能对菠萝蜜果酒的独特风味具有重要贡献。

## 3 结论

采用GC/MS法在发酵型菠萝蜜果酒中共检出27种香气成分,其中醇类6种,含量为85.99%;酯类7种,含量为4.05%;酸类7种,含量为3.44%;酮类3种,含量为1.48%,其他物质占4.56%。醇类化合物是菠萝蜜果酒的主要香气成分,醇类中含量最高的是苯乙醇,达57.82%,其次是3-甲基-1-丁醇,含量为23.03%。这些物质通过种类、数量、感觉阈值及相互之间的协调作用使菠萝蜜果酒体现出特有的果香和发酵香。通过对菠萝蜜果酒的香气成分进行研究,以期望菠萝蜜果酒及菠萝蜜产业能越来越受到人们的重视。

### 参考文献:

- [1] 毛琪,叶春海,李映志,等.菠萝蜜研究进展[J].中国农学通报,

- 2007,23(3):439.
- [2] JAGADEESH S L, REDDY B S, SWAMY G S K, et al. Chemical composition of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) selections of Western Ghats of India[J]. Food Chemistry, 2007, 102: 361-365.
- [3] CHOWDHURY F A, RAMAN M A, MIAN A J. Distribution of free sugars and fatty acids in jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) [J]. Food Chemistry, 1997, 60(1): 25-28.
- [4] RAHMAN A K M M, HUQ E, MIAN A J, et al. Microscopic and chemical changes occurring during the ripening of two forms of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* L.) [J]. Food Chemistry, 1995, 52: 405-410.
- [5] 李瑞梅, 胡新文, 郭建春, 等. 菠萝蜜研究概述[J]. 亚热带植物科学, 2007, 36(2): 77-80.
- [6] 焦凌梅. 菠萝蜜营养成分与开发利用价值[J]. 广西热带农业, 2010, 126(1): 17-19.
- [7] 陈福全, 张本山. 菠萝蜜种子淀粉颗粒的物化特性研究[J]. 食品工业科技, 2009, 30(10): 65-67.
- [8] 武杰, 王立峰. 菠萝蜜果浆冰淇淋的研制[J]. 冷饮与速冻食品工业, 2005, 11(2): 21-23.
- [9] 王天陆. 菠萝蜜脆片生产技术研究[J]. 食品研究与开发, 2009, 30(4): 93-95.
- [10] MAIA J G S, ANDRADE E H A, ZOGHBI M G B. Aroma volatiles from two fruit varieties of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) [J]. Food Chemistry, 2004, 85: 195-197.
- [11] 李俊侃, 王天陆. 菠萝蜜果酒的研制[J]. 中国酿造, 2008(12): 94-96.
- [12] 张玲, 张钟, 赖志聪, 等. 发酵型菠萝蜜果酒加工工艺研究[J]. 湖北农业科学, 2011, 50(10): 2096-2100.
- [13] Cullere L, Escudero A, Cacho J, et al. Gas chromatography-olfactometry and chemical quantitative study of the aroma of six premium quality Spanish aged red wines [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2004, 52(6): 1653-1660.
- [14] 郭惜雅, 张丽玲, 黄鹭强. 固相微萃取-气质联用分析杨桃酒的主要香气成分[J]. 农产品加工学刊, 2011, 244(5): 94.
- [15] 尹明安. 果品蔬菜加工工艺学[M]. 北京: 化学工业出版社, 2010: 173.

## 安琪酵母 : 国产葡萄酒新动力

安琪酵母有限公司自 1997 年推出第一代葡萄酒酵母产品 1450 以来, 不断加大对葡萄酒辅料的开发力度, 通过自主开发与内外结合的研究方法, 生产了一大批高附加值产品, 目前已经拥有国内外 40 多株优良的葡萄酒酵母菌种, 满足了国内葡萄酒行业的需求。

立足专业葡萄酒酵母生产

成立于 1986 年的安琪酵母有限公司, 1997 年推出第一代葡萄酒酵母产品 1450, 填补了国内葡萄酒活性干酵母的空白, 目前已拥有国内外 40 多株优良的葡萄酒酵母菌种, 其中 14 个菌种实现了大规模生产及推广应用, 可以满足红、白葡萄品种, 多种发酵工艺需求。

首先, 在生产线上, 投资建设了全球一流水平的中试工厂, 特别适合葡萄酒辅料等高附加值产品的研究和生产, 很好的满足了国内外葡萄酒辅料品种多、用量少、品质要求高的需求。

在质量控制方面, 生产线采用集散控制系统, 实行全程 CIP 技术、西门子 PCS7 系统为支撑, 确保产品的高品质和食品安全。

公司持续丰富的商品化菌种及辅料, 能满足不同工艺的发酵需求, 目前, 产品成功进入意大利、智利、德国等传统葡萄酒强国, 获得了国内外客户及科研机构的高度认可。

经过近几年的稳步发展, 安琪公司不仅能提供高品质的葡萄酒酵母, 还开发出更多葡萄酒酿酒辅料产品, 如酵母浸出物 MP60、发酵营养剂、酵母细胞壁。

自主核心技术保证产品品质

● 酵母浸出物 MP60 富含酵母多糖, 尤其是甘露糖蛋白含量较高, 应用于葡萄酒中可促进葡萄酒稳定, 提升葡萄酒的香气和口感;

● 发酵营养剂 FN502 可补充酵母发酵所需营养, 避免酵母代谢停滞或发酵风险, 是一种安全无害的有机型发酵助剂;

● 酵母细胞壁 CW101 可激活发酵或促使发酵旺盛并得到品质优良、色泽艳丽的葡萄酒, 是一种全新的酿酒技术工具。

安琪公司拥有自主核心技术、全自动化生产装备和先进的品质管理体系, 为安琪酵母生产稳定质量奠定了良好的基础。目前, 安琪公司在建设的所有工厂都堪称是世界一流的酵母制造基地, 其生产线均采用先进过程控制系统, 全程 CIP 清洗和全集成自动化。安琪酵母浸出物 MP60 的优势

首先, 产品富含的酵母多糖, 水溶性非常强, 有效成分含量极高, 对比试验来看, 安琪产品的溶液澄清、无明显杂质。

其次, 就使用的风险性来说, 安琪产品获得的是食品生产许可证(QS 4205 2801 0005), 具有“食品属性”, 在国家严格控制添加剂、加工助剂使用的大环境下, 使用食品属性的原辅料风险更小、更安全。此外, 从使用效果来看, 已经在很多用户得到良好反馈。在意大利、智利、国内新疆、胶东等产区获得了良好的应用效果, 并超越了同类竞品的效果。

酵母浸出物 MP60 在质量控制上严格执行食品标准, 拥有食品生产 QS 证, 对葡萄酒行业内来说可以放心合法使用。(戴浩林)