

费约果果实香气成分的 GC-MS 分析

张 猛^{1,2}, 汤浩茹¹, 王 丹^{2,*}, 彭 凌², 康德灿²

(1. 四川农业大学林学院园艺学院 四川 雅安 625014; 2. 西南科技大学生命科学与工程学院 四川 绵阳 621010)

摘 要: 采用顶空固相微萃取法对费约果果实的香气成分进行提取, 用气相色谱-质谱对香气化合物进行分析, 结合谱库检索技术对化合物进行鉴定, 应用峰面积归一化法测定各成分的相对含量, 共鉴定出 32 种香气成分, 相对总量为 90.29%。主要香气成分为酯类(50.64%)、醛类(26.04%)、醇类(5.84%)、烯类(3.85%)、酮类(3.14%)、酚类(0.77%)。其中相对含量最高的是苯甲酸甲酯(36.56%), 其次是顺-3-己烯醛(17.44%)、己醛(5.07%)、丁酸乙酯(4.21%)、乙醇(3.60%)、反-2-己烯醛(3.53%)、苯甲酸乙酯(1.50%)、3-辛酮(1.44%)、芳樟醇(1.40%)、丁酸顺式-3-己烯酯(1.30%)、乙酸乙酯(1.21%)、石竹烯(1.04%)。

关键词: 费约果; 香气成分; 气相色谱-质谱

Analysis of Aroma Components in Feijoa with Gas Chromatography-Mass Spectrometry

ZHANG Meng^{1,2}, TANG Hao-ru¹, WANG Dan^{2,*}, PENG Ling², KANG De-can²

(1. College of Forest and Horticulture, Sichuan Agricultural University, Ya'an 625014, China;

2. College of Life Science and Engineering, Southwest University of Science and Technology, Mianyang 621010, China)

Abstract: Aroma components were extracted from feijoa by solid phase microextraction. The aromatic compounds were analyzed by GC-MS and identified by library search for mass spectrum. There are 32 compounds identified and the percent of total peak area is 90.29%. The major constituents are esters 50.64%, aldehydes 26.04%, alcohols 5.84%, hydrocarbons 3.85%, ketones 3.14% and phenol 0.77%. Methyl benzoate is of the highest content 36.56%, followed by (Z)-3-hexenal 17.44%, hexenal 5.07%, ethyl butanoate 4.21%, ethanol 3.60%, (E)-2-hexenal 3.53%, ethyl benzoate 1.50%, 3-octanone 1.44%, linalool 1.40%, (Z)-3-hexenyl butanoate 1.30%, ethyl acetate 1.21%, and caryophyllene 1.04%.

Key words: feijoa; aroma components; gas chromatography-mass spectrometry

中图分类号: TS201.2

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2008)08-0489-03

费约果(*Feijoa sellowiana* Berg)系桃金娘科多年生亚热带常绿灌木果树, 原产于南美洲的巴西和乌拉圭^[1]。费约果果皮绿色, 果肉奶油色, 果皮、果肉和叶片提取物具有抗菌、抑制肿瘤、抗氧化等功效, 现已广泛应用于医疗和化妆品行业^[2-6]。费约果果肉除富含 VC、膳食纤维、矿物质外, 还含有丰富的可溶性碘化合物。果实成熟后散发出似菠萝和番石榴或菠萝和草莓的混合芳香气味, 香味持久。鲜食味香浓厚, 汁多肉嫩, 甜酸可口, 可作为美味佳肴的配料, 深受人们喜爱。由于费约果具有丰富的营养和特殊的芳香物质及良好的风味, 且在加工过程中具有相对稳定性, 目前已经广泛应用于果汁、果酱、果酒、糕点、冰淇淋、巧克力等食品的生产。

香气成分是构成和影响果品鲜食、加工质量及典型性的主要因素, 对果实加工产品的品质起着决定性作用^[7-8]。随着科学技术的发展以及人们生活水平的提高, 费约果的医疗保健功效以及香味功能进一步被发掘, 香气成分的研究日益引起人们的重视, 目前国内已经成功种植费约果, 有关这方面的研究国内尚未见报道。本研究以费约果早熟品种“尤力克”(Feijoa sellowiana Berg. cv Unique)为研究对象, 检测并分析其香气组分, 以期对费约果的加工利用提供理论依据。

1 材料与amp;方法

1.1 材料

四川绵阳产费约果早熟品种“尤力克”, 于果实

收稿日期: 2008-05-16

基金项目: 四川省科技厅“十一五”科技项目(07zs2105)

作者简介: 张猛(1978-), 男, 博士研究生, 主要从事果树生理生态及品质研究。E-mail: zhangmeng@swust.edu.cn

* 通讯作者: 王丹(1962-), 教授, 硕士, 主要从事园艺植物遗传育种研究。E-mail: wangdan@swust.edu.cn

成熟期随机摘取成熟度一致,无病虫害和表皮无破损的果实若干。

1.2 方法

1.2.1 前处理

将整个果实用小型果汁机打成匀浆,取5 ml经捣碎后的样品溶液置于15 ml顶空瓶中,将老化后的75 μ m CAR/PDMS萃取头插入样品瓶顶空部分,于40 $^{\circ}$ C吸附35 min,吸附后的萃取头取出,并插入气相色谱进样口,于250 $^{\circ}$ C保持3 min,同时启动仪器采集数据。

1.2.2 气相色谱-质谱条件

实验选用3900GC-saturn2100气相色谱-质谱联用仪(美国Varian公司),VF-5ms毛细管柱(30m \times 0.25m, 0.25 μ m)。

1.2.2.1 色谱条件

柱温采用程序升温,初温50 $^{\circ}$ C,然后以2 $^{\circ}$ C/min的梯度升至240 $^{\circ}$ C,保持2 min;进样口温度250 $^{\circ}$ C;进样量1 μ l;载气He,流量1 ml/min;进样方式:不分流,延迟6 min。柱流量1 μ l/min。

1.2.2.2 质谱条件

EI源电子能量70 eV;电子倍增器电压1600V;质量扫描范围:29~600 amu;离子源温度230 $^{\circ}$ C;接口温度280 $^{\circ}$ C。

1.2.3 数据处理和质谱检索

样品经GC-MS分析,各分离组分利用计算机谱(NIST/WILEY)进行检索,采用峰面积归一化法进行相对定量。

2 结果与分析

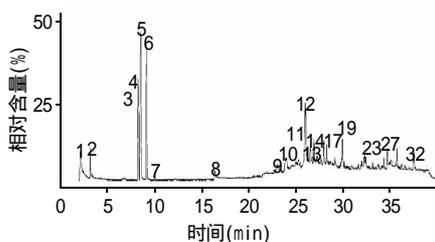


图1 费约果果实香气成分总离子流图

Fig.1 Total ionic chromatograms of aroma components in feijoa fruit

图1为费约果果实香气成分的GC-MS总离子流图,各组分质谱经计算机谱库检索分析,并结合相关文献,确定了费约果果实中的32种香气成分,采用峰面积归一化法定量计算出各组分的相对含量,见表1和图2。

由表1可知,费约果果实中共检出32种香气成分,占总峰面积的90.29%。在费约果果实香气中,酯和醛是最主要的两类香气成分,酯类有14种,占总峰面积的50.64%,主要有苯甲酸甲酯(36.56%)、丁酸乙酯(4.21%)、

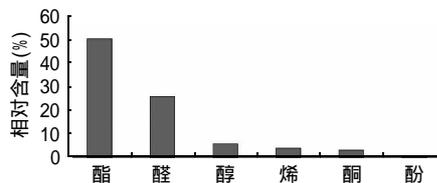


图2 费约果果实香气种类及其相对含量

Fig.2 Aroma components and their relative contents in feijoa fruit

苯甲酸乙酯(1.50%)、丁酸顺式-3-己烯酯(1.30%)、乙酸乙酯(1.21%)、茴香酸甲酯(1.01%)、乙酸叶醇酯(0.86%)、丙酸叶醇酯(0.68%)、肉桂酸乙酯(0.62%)、苯甲酸己烯-2-酯(0.58%)、茴香酸乙酯(0.58%)、苯甲酸-3-己烯酯(0.56%)、顺式-3-己烯酸叶醇酯(0.52%)、己酸乙酯(0.45%);醛类有3种,占总峰面积的26.04%,主要有顺-3-己烯醛(17.44%)、己醛(5.07%)、反-2-己烯醛(3.53%);醇类有4种,占总峰面积的5.84%;烯类有5种,占总峰面积的3.85%;酮类有4种,占总峰面积的3.14%;酚类有两种,这两种物质共占总峰面积的0.77%。

表1 费约果果实香气成分GC-MS分析

Table 1 GC-MS analysis results of aroma components in feijoa fruit

序号	保留时间(min)	化合物	分子式	相对含量(%)
1	2.18	乙醇	C ₂ H ₆ O	3.60
2	3.21	乙酸乙酯	C ₄ H ₈ O ₂	1.21
3	8.28	丁酸乙酯	C ₆ H ₁₂ O ₂	4.21
4	8.33	反-2-己烯醛	C ₆ H ₁₀ O	3.53
5	8.57	苯甲酸甲酯	C ₈ H ₈ O ₂	36.56
6	9.19	顺-3-己烯醛	C ₆ H ₁₀ O	17.44
7	10.10	戊醇	C ₅ H ₁₂ O	0.42
8	16.48	庚酮	C ₇ H ₁₄ O	0.56
9	23.15	乙酸叶醇酯	C ₈ H ₁₄ O ₂	0.86
10	24.08	己酸乙酯	C ₈ H ₁₆ O ₂	0.45
11	25.26	丙酸叶醇酯	C ₉ H ₁₆ O ₂	0.68
12	26.07	己醛	C ₆ H ₁₂ O	5.07
13	26.61	3-辛酮	C ₈ H ₁₆ O	1.44
14	26.98	芳樟醇	C ₁₀ H ₁₈ O	1.40
15	26.89	茴香酸乙酯	C ₁₀ H ₁₂ O ₃	0.58
16	28.05	苯甲酸乙酯	C ₉ H ₁₀ O ₂	1.50
17	28.34	茴香酸甲酯	C ₉ H ₁₀ O ₃	1.01
18	29.20	香叶醇	C ₁₀ H ₁₈ O	0.42
19	30.02	丁酸顺式-3-己烯酯	C ₁₀ H ₁₈ O ₂	1.30
20	30.22	百里酚	C ₁₀ H ₁₄ O	0.32
21	31.05	异百里酚	C ₁₀ H ₁₄ O	0.45
22	31.71	2-十一烷酮	C ₁₁ H ₂₂ O	0.58
23	32.43	肉桂酸乙酯	C ₁₁ H ₁₂ O ₂	0.62
24	33.25	诱蝇酮	C ₁₂ H ₁₄ O ₃	0.56
25	33.82	顺式-3-己烯酸叶醇酯	C ₁₂ H ₂₂ O ₂	0.52
26	34.40	苯甲酸-3-己烯酯	C ₁₃ H ₁₆ O ₂	0.56
27	34.81	吉玛烯	C ₁₅ H ₂₄	1.04
28	35.20	苯甲酸己烯-2-酯	C ₁₃ H ₁₆ O ₂	0.58
29	35.64	蛇麻烯	C ₁₅ H ₂₄	1.02
30	36.37	菖蒲烯	C ₁₅ H ₂₄	0.40
31	36.75	月桂烯	C ₁₅ H ₂₄	0.35
32	37.62	石竹烯	C ₁₅ H ₂₄	1.04

在检测出的香气成分中, 苯甲酸甲酯、苯甲酸乙酯、芳樟醇、石竹烯等具有强烈的花香味, 顺-3-己烯醛和反-2-己烯醛为青香型香味, 丁酸乙酯、3-辛酮、丁酸顺式-3-己烯酯、乙酸乙酯等为果香型香味物质, 这些香气成分构成了费约果果实浓郁的果香。丁酸乙酯和乙酸乙酯具有类似于菠萝的果香气, 己酸乙酯是草莓果实中最主要的香气成分^[9-10], 反-2-己烯醛、乙酸叶醇酯、肉桂酸乙酯为番石榴果实的主要香气成分^[11], 因而形成费约果独特的类似菠萝和番石榴或菠萝和草莓的混合芳香气味。

3 结论

本研究费约果果实中共检出32种香气成分, 主要香气成分为酯类(50.64%)、醛类(26.04%)、醇类(5.84%)、烯类(3.85%)、酮类(3.14%)、酚类(0.77%)。其中相对含量最高的是苯甲酸甲酯(36.56%), 其次是顺-3-己烯醛(17.44%)。Binder R G等^[6]分析了美国产费约果, 其主要香气成分为: 吉玛烯、牛儿烯、苯甲酸甲酯、丁香烯、顺式-3-己烯酸叶醇酯、芳樟醇、蛇麻烯和3-辛酮, 以烯类为主要香气成分。Hardy P J等^[12]分析了澳大利亚产费约果, 共鉴定出16种香气成分, 其主要成分中苯甲酸甲酯和苯甲酸乙酯占90%以上, 其余的分别为3-辛酮、丁酸乙酯、肉桂酸乙酯、乙酸乙酯、乙酸叶醇酯、反-2-己烯醛、2-庚酮、2-壬酮、2-十一烷酮、茴香酸甲酯、茴香酸乙酯等。Shaw G J等^[13-14]在对新西兰产费约果进行香气分析时, 分别进行果肉和果实无损检测, 从果肉中检测到15种香气成分, 果实无损检测中检测到11种香气成分, 其中酯类为主要的芳香物质。与文献^[6, 12-14]相比, 本研究检测出的芳香物质在数量上有所增加, 但主要芳香物质成分基本一致。

本研究检测出的诱蝇酮、百里酚、异百里酚等多种化合物, 在费约果果实香气成分的以往研究中尚未见报道。费约果果实中诱蝇酮成分的存在, 可以开发防治地中海实蝇的性引诱剂, 百里酚、异百里酚可用于制造食品香料。

费约果果实香气由芳香物质的种类、数量、感觉阈值及各成分间的相互协调作用所决定。由于芳香物质易于挥发, 加之各地的气候、地理环境、土壤条件、生育期等的不同, 使得费约果果实芳香物质的生物合成过程受到不同程度的影响, 可导致部分香气成分难以定性, 但主要香气成分是比较稳定的。

参考文献:

- [1] NODARI R O, GUERRA M P, MELER K, et al. Genetic variability of feijoa sellowiana germplasm[J]. Acta Horticulturae, 1997, 452: 41-46.
- [2] FERNANDEZ X, LOISEAU A-M, POULAIN S, et al. Chemical composition of the essential oil from feijoa (Feijoa sellowiana Berg). peel[J]. Journal of Essential Oil Research, 2004, 16: 274-275.
- [3] MOTOHASHI N, KAWASE M, SHIRATAKI Y, et al. Biological activity of feijoa peel extracts[J]. Anticancer-Res, 2000, 20(6): 4323-4329.
- [4] ROMERO-RODRIGUEZ M A, VAZQUEZ-ODERIZ M I, LOPEZ-HERNANDEZ J, et al. Composition of babaco, feijoa, passion fruit and tamarillo produced in Galicia[J]. Food Chemistry, 1994, 49: 251-255.
- [5] VUOTTO M L, BASILE A, MOSCATIELLO V, et al. Antimicrobial and antioxidant activities of Feijoa sellowiana fruit[J]. Int J Antimicrob Agents, 2000, 13(3): 197-201.
- [6] BINDER R G, FLATH R A. Volatile components of pineapple guava[J]. J. Agric. Food Chem, 1989, 37: 734-736.
- [7] 陈计变, 周珊, 闫师杰, 等. 丰水梨、砀山梨、南果梨的香气成分分析[J]. 园艺学报, 2005, 32(2): 117-119.
- [8] 涂正顺, 李华, 王华, 等. 猕猴桃果实采后香气成分的变化[J]. 园艺学报, 2001, 28(6): 512-516.
- [9] ZABETAKIS I, HOLDEN M A. Strawberry flavour: analysis and biosynthesis[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 1997, 74: 421-434.
- [10] SCHREIER P. Quantitative composition of volatile constituents in cultivated strawberries[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 1980, 31: 487-494.
- [11] 房小林. 番石榴香精的调配工艺[J]. 现代食品科技, 2006, 22(4): 177-178.
- [12] HARDY P J, MICHAEL B J. Volatile components of feijoa fruits[J]. Phytochemistry, 1970(9): 1355-1357.
- [13] SHAW G J, ALLEN J M, YATES M K. Volatile flavor constituents of feijoa (Feijoa sellowiana): analysis of fruit flesh[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 1990, 50(3): 357-361.
- [14] SHAW G J, ELLINGHAM P J, BRICH E J. Volatile constituents of feijoa-headspace analysis of intact fruit[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 1983, 34: 743-747.