

文章编号: 1001-6880 (2009) 03-0480-10

沙枣花香气的人气调查及化学成分分析

黄馨瑶¹, 马 晖³, 王小明¹, 刘益宁^{2*}

¹华东师范大学生命科学学院, 上海 200062; ²中科院上海生命科学院

植物生理生态研究所, 上海 200032; ³宁夏林业研究所, 银川 750004

摘 要: 本文用从沙枣树鲜花中洗脱的香气提取物, 以问卷形式调查其在上海人群中的喜好度, 并以固相微萃取 (SPME) 结合气相色谱质谱 (GC-MS) 技术对沙枣花的香气成分进行鉴定, 对主要组分的各种性质等做了综合分析。结果反映调查人群中 66% 的受访者接受和喜欢样品的气味, 认可这种香气作为生活中的用品形式出现。从香气提取物中得到 16 种主要化合物, 其中含量最多的是肉桂酸乙酯和肉桂酸甲酯, 相对含量达到 50% 以上, 其它还有丁烯酸正丁酯、肉桂酸正丁酯、苯乙醇等。大部分主要成分在其他植物中亦有存在, 且在国内外多被用于食品和化工工业等。西北地方特色树种沙枣具有多元经济和生态价值, 开发沙枣花香精或仅对其中所含的肉桂酸酯类进行规模提取皆具有良好的市场前景, 因此提倡增加沙枣树在西北地区的规模种植, 从而推动抗旱耐瘠薄盐碱树种的反荒漠化种植。

关键词: 沙枣花; 香气成分; 大众喜好度; 化学分析

中图分类号: Q946.91; R284.1

文献标识码: A

Survey of People's Favorites and Chemical Analysis on the Flowery Odour of Russian-Olive (*Elaeagnus angustifolia*)

HUANG Xin-yao¹, MA Hui³, WANG Xiao-ming¹, LIU Yi-ning^{2*}

¹School of Life Science, East China Normal University, Shanghai 200062, China;

²Institute of Plant Physiology & Ecology, Shanghai Institute for Biological Science, Shanghai 200032, China; ³Ningxia Forestry Research Institute, Yinchuan 750004, China

Abstract: We collected flowery odour volatile, and took sampled questionnaire survey on it in Shanghai and analyzed its chemical composition by SPME and GC-MS. Results reflected over 66% interviewees were favorite or prefer to accept volatile flavor concentrate of Russian-olive *Elaeagnus angustifolia*, and most agree with this flowery odour to be presence as some kind of living products. Sixteen substances were identified of their chemical structures, including 2-propenoic acid, 3-phenyl-, butyl ester; *n*-butyl 2-butenate; 6, 10, 14-trimethyl-, 2-pentadecanone *et al*. In which the richest compounds was 2-Propenoic acid, 3-phenyl-, methyl ester, ca over 50% of the total. Most of these chemicals were also found from other plant flowers and have already utilized as industrial perfumery materials. Russian-olive *Elaeagnus angustifolia* has precious value both on multi economic and on ecological, this tree species of high tolerance of soil drought, aerosol salt and suitable for rehabilitation in northeast china, the market potential of *Elaeagnus angustifolia* flowery would be enormous, thus deserved to promote large scale afforestation from both economic and ecological views.

Key words: Russian-olive *Elaeagnus angustifolia*; flowery odour; favorite survey; chemical analysis

沙枣 (*Elaeagnus angustifolia*) 也叫银柳、香柳、桂花柳等, 在我国主要分布于北纬 34 度以北的西北各省, 集中分布在西北荒漠半荒漠地区。沙枣不仅是防风固沙和水土保持造林的优良树种, 还是一种

木本粮食树种, 其枝、叶、花、果都具有较高的开发利用价值, 被誉为沙荒、盐碱地的“宝树”。沙枣花银黄色, 筒钟形, 长 5 mm 左右, 花期 5~6 个月, 具有独特而醇厚的芳香气味, 据《中国植物志》记录, 鲜花中含芳香油 0.2%~0.4%。构成香气的主要成分是三萜酚、花白素、脂肪和少量挥发油 (常兆丰 1994), 新疆大学潘晶明等于 1985 年对沙枣花油成分的研究中用色谱法对主要成分进行了分离, 得到

收稿日期: 2008-07-02 接受日期: 2008-09-11

基金项目: “十五” 211 工程 重点学科建设子项目; 上海市重点学科 (生态学) 基金

* 通讯作者 Tel: 86-21-54924038; E-mail: ynlou@sibs.ac.cn

近 50 个色谱峰。但除此以外对沙枣花油尤其是主要的挥发性香气成分的分析则很少有详细报告。

本文在对沙枣花香气的大众喜好度进行市场调查的基础上,采用顶空固相微萃取(solid-phase micro extraction, SPME)^[1]结合气相色谱-质谱联用(GC-MS)技术对沙枣花的主要香气成分进行了鉴定和分析。固相微萃取技术具有操作简单、可与分析系统兼容、易于自动化和无需提取溶剂等特点,适用于对各类挥发性或半挥发性物质的分析。应用这项技术,也为沙枣花气味成分的分析鉴定提供依据,此外,本文对其香精的提取和作为调香原料的价值及可被开发的市场前景进行评估。

1 材料和方法

1.1 材料

初盛开的沙枣(*Elaeagnus angustifolia*)树的鲜花,2007年5月采集于宁夏永宁县郊区。

1.2 仪器与试剂

气质联用仪(Agilent 6890 GC/5973 MSD,美国,安捷伦公司);固相微萃取(Solid Phase Micro Extraction, SPME, 75 μ m carboxen PDMS,美国 Supelco 公司)。正己烷(分析纯,上海试剂一厂);无水硫酸钠(上海,国药化学试剂公司)。

1.3 实验方法

1.3.1 样品制备

用 2500 mL 正己烷(分析纯,上海试剂一厂)将采集的新鲜沙枣花 5 kg 浸溶 60~90 min 后,经硅胶柱(2 cm $\times$ Φ 1.2 cm, Wako, silica gel 60, 200 mesh, 日本,和光纯药)滤过、加入无水硫酸钠除水 24 h,再以旋转蒸发器浓缩得到具有特异性芳香气味的黄色油状液体, -5 $^{\circ}$ C 冷藏备用。

1.3.2 市场调查

把剪成小三角形滤纸片涂上少量稀释沙枣花提取浓缩液,放入三角瓶(50 mL)中,同时设干净滤纸为对照作为嗅感调查样品。于 2007 年 8 月 15 日至 29 日,采用随机抽样访问的问卷调查方式,对上海市黄浦区、普陀区、徐汇区和浦东新区 4 个行政区的民众进行了“植物香气市场调查”,主要针对沙枣花初提物的香味浓度、接受度、市场前景等做随机抽样访问和问卷调查。

1.3.3 GC-MS 化学鉴定

将 1 mL 提取浓缩液加入 3 mL 的软盖玻璃瓶(Agilent PN 5182-0714 美国,安捷伦)中,插入 SPME 在室温(20~25 $^{\circ}$ C)进行 2 d 顶空固相微萃取。

分析条件:色谱柱 HP-5 ms Φ 0.25 mm $\times$ 30 m;进样口温度 250 $^{\circ}$ C;柱温:起始温度 40 $^{\circ}$ C,保持 2 min,然后以 10 $^{\circ}$ C/min 升温到 250 $^{\circ}$ C,保持 10 min;载气:氦气,恒流 1.0 mL/min,不分流方式;质谱条件:E 源,电离电压 70 eV;离子源温度 250 $^{\circ}$ C;扫描方式:全扫描;为消除溶剂峰扫描延迟 5 min。

1.3.4 数据处理

对所得色谱及质谱在 Agilent Chemstation (version D. 000038) 和 Amidas (version 2.1) 中进行分析,通过与商业用质谱库(Willey 7.0)作对比、以 85% 以上的峰纯度和 90% 以上的匹配可信度查询化学名称及结构。对个别物质结合推断计算,得出样品中化学成分的化学结构式。然后以 SciFinder Scholar (version 2007) 中数据文献对相关主要成分进行结构、名称以及功能的考证,并参考 SciFinder 查阅到的相关文献资料对主要成分的应用前景等方面予以考证和评估。

2 结果

2.1 实验结果

从沙枣鲜花提取的挥发组分中共得到了 16 个主要色谱峰。经计算机检索和查对标准图谱,鉴定出了化合物的结构及名称(图 1, 2, 表 1)。

通过对 16 种主要组分做进一步分析,结合有关文献检索其化学组成,在离子流中所占的相对百分比含量等,成分分析见表 1。

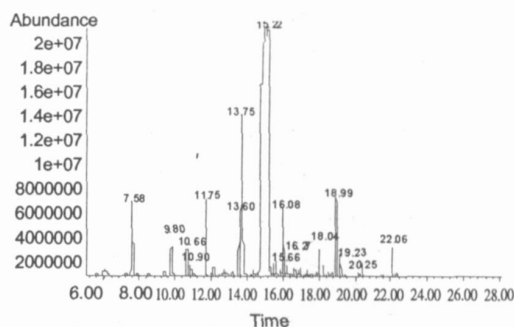


图 1 沙枣花香气组分的总离子流图

Fig. 1 Total ion chromatogram of collected volatile from flowery of *E. angustifolia*

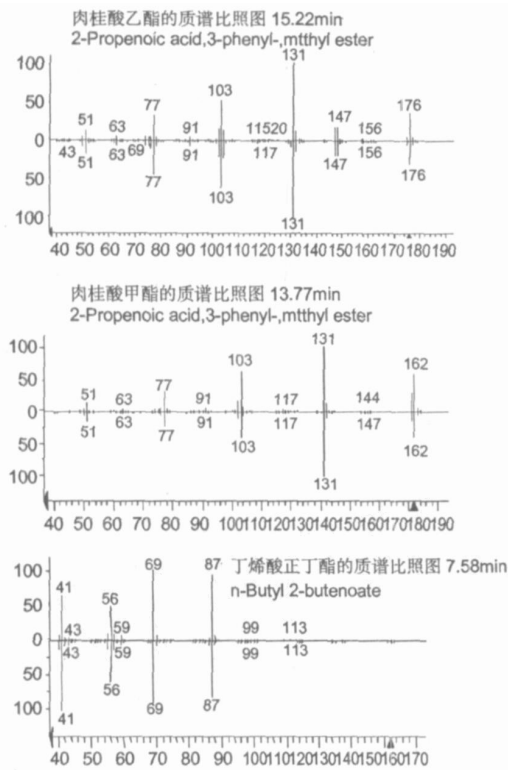


图 2 沙枣花主要香气组份的质谱比照图

Fig. 2 Mass spectrum of main components from flowery of *E. angustifolia* compared with database (down)

2.2 问卷调查结果

本实验印制问卷 280 份,实际访问 194 份问卷,所有问卷都由调查小组成员亲自访问被访者所得,因此视有效率为 100%。

2.2.1 民众对沙枣花香气初提物的评价

66%的被访者认为“很好闻”或“比较好闻”,只有 15%的被访者认为“比较难闻和“很难闻”(图 3);其中,青少年男女的评价差异较大,中老年组评价则没有明显性别差异;而在同一性别组中,男性满意度随年龄增长而增加,女性则无明显变化(图 4)。

2.2.2 民众对沙枣花香气提取物浓度的评价

调查显示,认为“过浓”和“过淡”的人数分别占 26%和 17%,认为浓度“适中”的被访者超过半数达 57%(图 5a);其中更多的男性比女性认为香气制

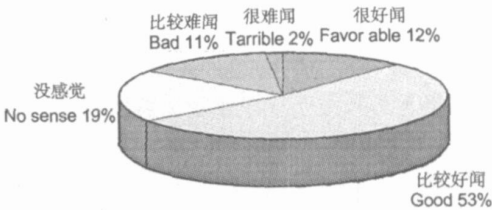


图 3 民众对沙枣花香气初提物的评价

Fig. 3 Preference to the crude extracts of *E. angustifolia* in the population of Shanghai

表 1 沙枣花香气成分的 GC-MS 分析结果

Table 1 Analytical results of volatile oil in flower of *E. angustifolia* from GC-MS

序号 No	化合物名称 Systematic name	化学结构 Chemical structure	相对含量 Relative content	保留时间 t_R (min)	分子量 M	相似度 Similarity (%)
1	丁酸丁酯;丁烯酸正丁酯 n-Butyl 2-butenate	$C_8H_{14}O_2$	3.14	7.58	142	95
2	2-苯乙醇;β-苯乙醇;苄基甲醇 Phenylethyl Alcohol	$C_8H_{10}O$	0.962	9.80	122.17	94
3	苯甲酸乙酯 Benzoic acid, ethyl ester	$C_9H_{10}O_2$	0.630	10.66	154	95.3
4	奥甘菊环 Azulene (CAS)	$C_{10}H_8$	0.193	10.90	128.17	95
5	苯乙酸乙酯 Benzeneacetic acid, ethyl ester	$C_{10}H_{12}O_2$	1.48	11.75	164.20	93
6	桂皮酸乙酯; 苯丙烯酸乙酯; 肉桂酸乙酯 2-Propenoic acid, 3-phenyl-, ethyl ester	$C_{11}H_{12}O_2$	2.08	13.60	176.21	92.1
7	肉桂酸甲酯; 桂皮酸甲酯; 苯丙烯酸甲酯 2-Propenoic acid, 3-phenyl-, methyl ester,	$C_{10}H_{10}O_2$	2.96	13.77	162.18	94.5
8	肉桂酸乙酯; 苯基丙烯酸乙酯 2-Propenoic acid, 3-phenyl-, ethyl ester	$C_{11}H_{12}O_2$	8.47	15.22	176.22	94.6
9	2-丙酮-1-(4-羟基-3-甲氧基苯基)- 2-Propanone, 1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-	$C_{10}H_{12}O_3$	0.187	15.66	180	87.5
10	肉桂酸正丁酯; 3-苯基-2-丙烯酸-丁酯 2-Propenoic acid, 3-phenyl-, butyl ester	$C_{12}H_{14}O_2$	1.07	16.08	204	85.5
11	十六烷 Hexadecane	$C_{16}H_{34}$	0.107	16.27	192	93.4

12	2-氧-4-苯基-3-丁烯酸 3-Butenoic acid, 2-oxo-4-phenyl-	$C_{10}H_8O_3$	0.36	18.04	176	82.3
13	6, 10, 14-三甲基-2-十五烷酮; 6, 10, 14-三甲基-十五烷-2-酮; 植酮 2-Pentadecanone, 6, 10, 14-trimethyl-	$C_{18}H_{36}O$	1.2	18.99	216	92.2
14	苯甲酸-2-苯乙酯 Benzoic acid, 2-phenylethyl ester	$C_{15}H_{14}O_2$	0.353	19.23	226	93.6
15	9-十六烯酸乙酯 9-Hexadecenoic acid, ethyl ester	$C_{18}H_{34}O_2$	0.0796	20.25	282	91.8
16	9-十六烯酸乙酯 Ethyl 9-hexadecenoate	$C_{18}H_{34}O_2$	0.421	22.06	282	86.1

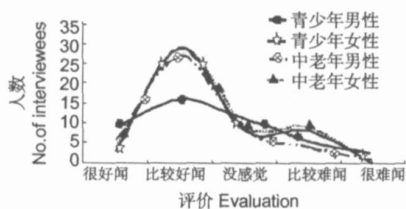


图 4 不同年龄性别层的评价

Fig. 4 Favorite evaluation in different age and sex

品的浓度不够,且女性对浓度的满意程度要普遍低于同一年龄层次男性;男性受访者们随着年龄增长对同样的香气制品敏感度呈降低趋势(图 5b)。

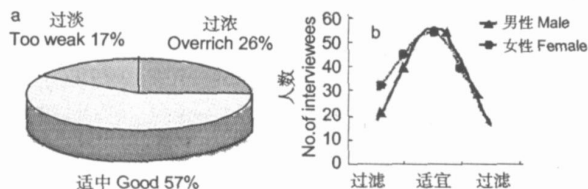


图 5 大众对沙枣花初提物气味的浓度评价

Fig. 5 Preference of interviewees to odour dilution

调查同时表明,19~32岁的年轻女性们对浓度的满意度最低(图 5b),认为该初制品香气“过浓”的比例高达 54%(图 6)。可见她们在同等条件下是对香气最敏感的人群。

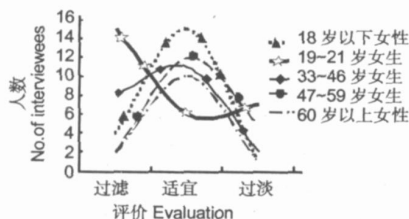


图 6 不同年龄女性对其气味浓度的评价

Fig. 6 Preference of female interviewees to odour dilution

2.2.4 民众香气产品研发前景的赞成度

调查显示:对于将本实验初制品进一步研发投产的适宜度评价有 58%的民众投了赞成票,“不太

赞成”和“很不赞成”的被访者仅占了 20%的比例(图 7)。

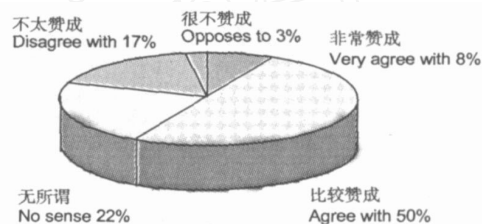


图 7 对开发沙枣花香气作为日用品的赞成度

Fig. 7 Percentage of those agreed to develop *E. angustifolia* aroma as living product

从性别和年龄层看,男性 19~32岁组和 47~59岁组中投反对票的人数居多,女性组的各组评价较一致,“赞成”的被访者比“不赞成”的被访者所占的比例要高出 39%，“无所谓”者只有 16%(图 8)，可见她们在评价时态度更鲜明。

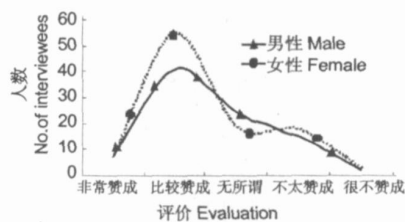


图 8 不同性别对开发沙枣花香气作为日用品的赞成度

Fig. 8 Gender opinions on to explore *E. angustifolia* aroma as living product

在研发方向上,专用香气产品是首选设想,“空气清新剂”占 49%、“香水”占 18%,而一些现代工业辅助香料用途也占一定比例,“食品添加剂”和“卷烟香精”各占 13%和 9%(图 9)。在“其他”选项中,一些问卷设计者未曾想到的用途也得到了被访者的补充,比如面纸、沐浴产品等香料添加剂。

此项为多选题,因此男女在各选项的比例并无明显差异,在“卷烟香精”选项中男性比女性多 4%，“香水”选项中女性则比男性多 2%(图 10)。虽然

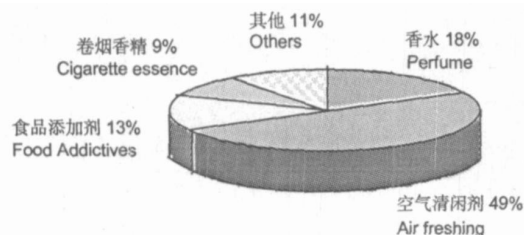


图 9 大众对产品可开发方式的意向

Fig. 9 Preference of interviewees to format of *E. angustifolia* aroma products

差异不大,但确实符合性别取向,由此证明该问卷结果具有可信度。

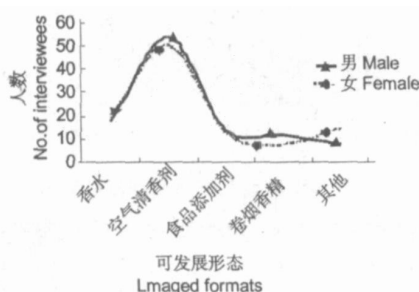


图 10 产品可发展形态评估的性别差异

Fig. 10 Gender opinions on imaged formats of *E. angustifolia* aroma products

3 讨论

3.1 对实验结果的分析

从检验结果比照分析,沙枣花香气最主要成分是肉桂酸乙酯,相对含量占分析组分的 44.52%,此外,肉桂酸甲酯 (12.49%) 和丁烯酸正丁酯 (13.25%) 也是相对含量较多的组分。这一结果与之前查阅到的文献 (吕金顺 2007^[2]; 王妍等 2007^[3]; 刘晔玮等 2003^[4]) 的结果基本一致。同时在分析中发现,之前液体提取测定的文献中苯乙醇的含量都相对较高,而在我们的实验中它的贡献并不明显,这种差异可能来自实验方法不同。而另一组分丁烯酸正丁酯 (或其同分异构体甲基丙烯酸丁酯) 在沙枣花的蒸馏液、沙枣花精油及其净油的研究中尚未见文献报道。

本实验采用溶剂洗脱后再用顶空固相萃取的方法,这项技术 20 世纪 90 年代开始兴起,现在已经是比较成熟的技术。与传统液液提取、液固提取相比,SPME 更适用于提取纯挥发性和半挥发性物质,得到的化学组分峰纯度和相对含量都较为理想。

3.2 对沙枣花主要香气成分的分析

在我们的实验中,检测得到的主要组分为肉桂酸乙酯、肉桂酸甲酯和丁烯酸正丁酯,此外,苯乙酸乙酯、肉桂酸正丁酯、植酮、β-苯乙醇等的相对含量也较为丰富。参考 SciFinder 查阅到的相关文献资料,对主要成分的应用前景等方面及对主要成分进行总结综合考证的汇总表见表 2。

相对含量最多 (44.52%) 的肉桂酸乙酯,为几乎无色的油状液体。天然的肉桂酸乙酯在于沙枣花、天然苏合香中,具有类似甜橙和葡萄水果的香气,气息清而甜润,带有粉香、香荚兰花香韵的辛香味,有东方香调。有文献记载存在于番石榴、草莓、白及红葡萄酒、白兰地、朗姆酒、香荚兰、霸王树等中,表现为优雅的香脂香和蜜香、花香等香气。肉桂酸甲酯是我国 GB-2760-96 规定为允许使用的食用香料,用于香料工业作定香剂,天然存在于良姜、罗勒叶、桂叶、黄水仙等中。肉桂酸正丁酯微带可可香味,存在于天然苏合精、皂用香精、东方型花香香精中,是一种重要的合成香料^[54]。

合成的肉桂酸酯主要用作食品和化妆品的香料。肉桂酸乙酯和肉桂酸丁酯均可用作香精的定香剂和增稠剂使用。肉桂酸酯可用于玫瑰、柑桔、康乃馨、素心兰等东方型香精的调合,或香膏香型、辛香型、葡萄和樱桃等香型的调配,也可用作香皂、肥皂、洗涤剂等行业,或作为食品香精用于调制混合甜饮料的风味剂和糕点。

丁烯酸正丁酯在之前对沙枣花气味的文献研究中尚无提及。通过对 SciFinder Scholar 及其他相关检索的查阅,它是无色透明液体,具有苹果香味^[10]。也是主要用作香料的一种广泛的用于食品、烟草、洗涤剂及有机溶剂等领域,此外,还可用于有机合成,是我国 GB2760-86 规定允许使用的食用香料^[55]。苯乙醇是美国 FDA 批准的用于食品的香料化合物^[56],是制备玫瑰型香精和食用香精,尤其各种高档香水香精的最主要香料之一,天然品大量存在于玫瑰油、丁香油、香叶油、橙花油中 (化学工业出版社 1999)。同时它也是植物吸引蜂蛾类进行采蜜授粉的主要特征化合物^[57] (Andersson et al 2002)。苯乙酸乙酯有一种特殊的令人愉悦的气味,具有显著而甜密的玫瑰花香,较普遍的用于烟、皂、日用化妆品的香精中。并且苯乙酸乙酯有一定的药用作用,在医药工业该品用于生产巴比妥类催眠药鲁米那^[58] (国家药典委员会 2000)。

表 2 沙枣花香气主要成分化学性质等的综合表

Table 2 Comprehensive records of main components in flowery volatile of *E. angustifolia*

序号 Na	化合物名称 Compound	化学结构 Structure	天然来源 Resource	化学性质 Chemical properties	主要工业用途 Use	文献 Ref
1	丁酸丁酯;丁烯酸 正丁酯 <i>n</i> -Butyl 2- butenoate	$C_8H_{14}O_2$	天然奶味香精,奶 酪,菠萝蜜,梨,茉莉 等	无色液体。具有 愉快气味。沸点 178 °C。相对密 度 0.8989。	作香料和有机合 成中间体。也可 用作有机溶剂。 还可用作聚合物 单体。	于铁妹等 ^[5] (2008) 郑志强等 ^[6] (2008) 毛琪等 ^[7] (2007) 陈计岱等 ^[8] (2007) 黄新安等 ^[9] (2007) Andrade <i>et al</i> ^[10] (1998)
2	2-苯乙醇;β-苯乙 醇;苄基甲醇 Phenylethyl Alcohol	$C_8H_{10}O$	玫瑰,天竺葵,苦 橙花,桂花,白兰 花,女贞子,酱油 等发酵产物,	有玫瑰香气的无 色液体。熔点- 25.8 °C,沸点 219.5~221 °C,相 对密度 (25/4 °C) 1.0235	配玫瑰香型花精 油和各种花香型 香精,如茉莉香 型、丁香香型、橙 花香型等,几乎可 以调配所有的花 精油,广泛用于调 配皂用和化妆品 香精。此外,亦可 以调配各种食用 香精,如草莓、桃、 李、甜瓜、焦糖、蜜 香、奶油等型食用 香精。	王心宇等 ^[11] (2008) 舒肇魁等 ^[12] (2008) 程劲松等 ^[13] (2008) 靳晓明等 ^[14] (2008) 徐继明等 ^[15] (2008) Behan <i>et al</i> ^[16] (2008) Tanaka <i>et al</i> ^[17] (2008) Mannas <i>et al</i> ^[18] (2007)
3	苯甲酸乙酯 Benzoic acid, ethyl ester	$C_9H_{10}O_2$	芒果,杨桃,姜花, 梨,蜂胶,各种葡 萄酒,姆朗酒以及 白酒等	无色液体。分子 量 150.18。密度 1.04 g/cm ³ 。熔 点-34 °C。沸点 212 °C。有冬青 油和卡南迦油香 气,香调和顺且带 甜。	酯类合成香料。 用于配制依兰型 香精和皂用香精, 也用作纤维素酯、 纤维素醚、树脂等 的溶剂。	刘胜辉等 ^[19] (2008) 陈计岱等 ^[20] (2007) 李庆等 ^[21] (2007) 王小平等 ^[22] (2007) 李铁纯等 ^[23] (2007) Zhu Jie <i>et al</i> ^[24] (2007)
4	苯乙酸乙酯 Benzeneacetic acid, ethyl ester	$C_{10}H_{12}O_2$	芒果,番石榴、草 莓、苹果,梨,蜂 蜜,白及红葡萄酒 等	无色液体,分子 量 164.21,密度 1.03 g/cm ³ ,沸点 229 °C,具有强烈的类 似蜂蜜的香气,味 甜苦。	酯类合成香料。 主要用作玫瑰、橙 花、香石竹、百合、 铃兰、三叶草、甜 豆、蜂蜜及东方型 香精的调合香料, 也可用作香皂香 料	李铁纯等 ^[23] (2007) 罗涛等 ^[25] (2007) 岳田利等 ^[26] (2007) 陈计岱等 ^[20] (2007) 李成斌等 ^[27] (2006) Yi Lang-bo <i>et al</i> ^[28] (2007) Quijano <i>et al</i> ^[29] (2007) Quijano <i>et al</i> ^[30] (2007) Li Tie-chun <i>et al</i> ^[31] (2007)
5	桂皮酸乙酯;苯丙 烯酸乙酯;肉桂酸 乙酯 2-Propenoic acid, 3-phenyl-, ethyl ester	$C_{11}H_{12}O_2$	胡颓子属的某些 花,番石榴,油棕, 沙枣花,山奈等中 药	无色油状液体。 分子量 176.22。 密度 1.40 g/cm ³ 。 熔点 12 °C。沸点 271 °C。具有甜 脂香和类似蜂蜜 的香气,味甜。	酯类合成香料。 广泛用作玫瑰、柑 桔、素心兰及东方 型等香精的调合 香料,与香紫苏油 及天然果子精合 用效果更好。也 可用作牙膏、香皂 香料或除臭剂。	韩业慧等 ^[32] (2008) 刘世巍等 ^[33] (2007) 邱琴等 ^[34] (2006) 梁新红等 ^[35] (2006) 吕金顺等 ^[12] (2007) Swaine Robert Leslie Jr <i>et al</i> ^[36] (2008) Bucur <i>et al</i> ^[37] (2007) Zhu Jie <i>et al</i> ^[24] (2007) Liu Shiwei <i>et al</i> ^[38] (2007) Lasekan <i>et al</i> ^[39] (2007) Tajima <i>et al</i> ^[40] (2007)

6	肉桂酸甲酯; 苯丙烯酸甲酯 2-Propenoic acid, 3-phenyl-, methyl ester,	$C_{10}H_{10}O_2$	桂叶、罗勒、黄水仙、沙枣花、女贞等	白色至淡黄色结晶。分子量 162.18。密度 1.04 g/cm ³ 。熔点 38 °C。沸点 963 °C。具有类似草莓的香气。	酯类合成香料。主要用作香石竹、水仙、薰衣草、柑桔古龙香型及东方型香精的调合香料。也可用作室内芳香剂和香皂、牙膏香料, 制作香烟	陈青等 ^[41] (2007) 吕金顺等 ^[2] (2007) 李彩芳等 ^[42] (2007) 邱琴等 ^[34] (2006) Swaine Robert Leslie Jr et al ^[36] (2008) Na, Zhi et al ^[43] (2006) Li Yanqiang et al ^[44] (2006)
7	肉桂酸丁酯; 3-苯基-2-丙烯酸-丁酯 2-Propenoic acid, 3-phenyl-, butyl ester; butyl cinnamate	$C_{12}H_{14}O_2$	欧茄参, 苹果等水果, 沙枣花, 黑加仑	流动性良好的液体, 相对分子质量 204.27, 沸点 295 °C, 145 °C/1733 Pa, 具有令人愉快的微带可的香酯气味。	用于食用香精及日化香精的调配。	王妍等 ^[3] (2007) Swaine Robert Leslie Jr et al ^[36] (2008) Hanus L O et al ^[45] (2006) Kawasaki et al ^[46] (2005) Orav Anne et al ^[47] (2002)
8	6, 10, 14-三甲基-2-十五烷酮; 植酮 2-Pentadecanone, 6, 10, 14-trimethyl-	$C_{18}H_{36}O$	烹调中的大米, 银杏叶, 茉莉, 青天葵等中药药材	分子质量 268.48	维生素 E 醋酸酯的中间体。	官艳丽等 ^[48] (2007) 达娃卓玛等 ^[49] (2007) 徐子刚等 ^[50] (2006) Zeng Zhi et al ^[51] (2008) Ozek, G et al ^[52] (2007) Zhang, Zhi-jie et al ^[53] (2006)

3.3 市场开发的前景

沙枣花生长在西北部干旱地区, 是一种抗风沙、抗盐碱、耐贫瘠、耐干旱的优秀树种, 其繁殖容易、生长适应性极强的特性很适合推广种植, 进行开发利用各种沙枣系列食品, 其果肉可以制糖、酿酒和酿醋、生产沙枣系列饮料等, 还能制备沙枣淀粉烷基多糖苷 (APG)^[59]。沙枣花期长约 20 d 左右, 可以用于养蜂, 沙枣花蜜是蜂蜜中的上品, 色浅而浓度在 40 波美以上。试验表明, 8~10 年生的沙枣林每公顷可养蜂 30 箱, 产蜜 450 kg (常兆丰等 1994)。新鲜沙枣花还可以做为原料, 制造的沙枣花露酒。味道纯真独具特色; 还可用于提取沙枣花黄酮。石玉平等^[60]对沙枣花中的有效成分黄酮类化合物的最佳提取条件进行了研究, 结果表明, 干鲜沙枣花中的黄酮类化合物的得率为 0.68%。

从本次调查问卷反馈来看, 在对沙枣花初制品的味道、浓淡调查方面都有得到了较好的肯定, 大众的可接受度也比较令人满意。而在投产适宜度方面, 空气清新剂、香水等占了绝大的比例, 得到了大

部分民众的认同, 为后期研发提供了市场保证。而上海男性民众中提到的卷烟香精这一项。

本实验结果证实了沙枣花香气成分中含有大量香料化合物组分, 并且主要组分的相对含量较高, 很适合进行提取制备天然香精或人工合成香料供日化及食品等行业使用。现在市场上含有沙枣花香氛的产品还属于空白阶段, 市场前景和可容纳量值得期待。并且, 通过对主要组分的分析发现, 肉桂酸甲酯、肉桂酸乙酯, 都可以添加到香烟烟丝中, 做增香剂和香味补偿剂。由于肉桂酸甲酯、乙酯系列单体的沸点都在 260 °C 以上, 加香后烟丝持久率、抽吸后主流粒相转移率与滤嘴截留率都相对较高, 且较稳定, 是非常优秀的香烟烟丝香料。而这两种组分在沙枣花中的相对含量可以达到 50% 以上, 因此, 如果充分加以研发和利用, 将成为除香氛外另一个很有前景的潜在市场。

4 结论

综合以上对沙枣花从气味成鉴定到大众可接受

度调查的分析来看,对沙枣花的开发可以从两个研究路线进行,一是针对于沙枣花的特异性气味以及较高的大众接受度,研发沙枣花或改良型沙枣花型香精,用于食品及各种化工行业;二是针对沙枣花中蕴含的大量肉桂酸酯类(相对含量 $\geq 50\%$)组分是重要的食用香料,不但是合成大部分香精和食品化工行业中的必需原料,也可作为多种香精的定香剂和增稠剂。可以利用沙枣花肉桂酸酯丰富这一优点,从中大量提取肉桂酸酯类组分,用于各种所需行业。西北地区是我国沙枣的主产区,具有适合沙枣生长得天独厚的自然条件。我们应选择适宜加工的沙枣品种,推行矮化密植技术,大量种植沙枣树,并且发展先进的沙枣衍生品加工技术,使沙枣加工业迅速发展起来。在西北地区大力发展沙枣产业,既有利于水土保持、防风固沙,在生态建设的同时,又可以为当地果农和加工企业带来较好的经济前景,实现生态效益、社会效益和经济效益三者有机结合。

致谢:在本文的研究过程中华东师大生命科学院肖磊,沈玲洁,季文惠同学参加了部分调查工作在此表示诚挚感谢。

参考文献

- Xu LN, Wang Z, Xu SY. Application of solid-phase microextraction in flavor analysis of broad bean sauce *Food and Fermentation Indus*(食品与发酵工业), 2006, 32, 113-116
- Lv JS(吕金顺). Analysis of volatile and semi-volatile components from flower of *Elaeagnus angustifolia* *Scientia Silvae Sinicae*(林业科学), 2007, 43: 122-126
- Wang Y(王妍), Ju T(巨涛), Wang LX(王立新), et al Gas chromatographic-mass spectrometric of aroma compositions from flowers of Ningxia *Elaeagnus angustifolia* L. extracted by supercritical CO₂ fluid *Flavour Fragrance Cosmetics*(香料香精化妆品), 2007, 6(3): 1-5
- Liu YW(刘晔玮), Qiu DL(邱多隆), Wang Q(王勤). Study on chemical components and fingerprint of volatile oil from flowers of *Elaeagnus angustifolia* L. *Food Sci*(食品科学), 2003, 24: 111-113
- Yu TM(于铁妹), Wang WF(王卫飞), Yang B(杨博), et al Analysis of fragrant ingredients of natural milk flavor by GC/MS *Modern Food Sci Tech*(现代食品科技), 2008, 24: 80-82
- Zheng ZQ(郑志强), Liu YN(刘雅楠), Wang QH(王青华), et al Analysis of the volatiles in Camembert cheese of different ripening *Food Sci Tech*(食品科技), 2008, 1: 88-92
- Mao Q(毛琪), Ye CH(叶春海), Li YZ(李映志), et al The present situation and progress of jackfruit research *Chin Agric Sci Bull*(中国农学通报), 2008, 1: 88-92
- Chen JL(陈计岱), Jiang Y(江英), Wu JH(吴继红), et al Research on the aromatic compounds of pear fruit by GC-MS with solid phase microextraction *Food Fermentation Indus*(食品与发酵工业), 2007, 33: 107-110
- Huang XA(黄新安), Wan XC(宛晓春), Xia T(夏涛). Analysis of aroma components of *Jasminum sambac* (L.) Aiton *J Tea Business*(茶业通报), 2007, 29(2): 73-74
- Andrade EHDA, Santos AS, Zoghbi MDGB, et al Volatile constituents of fruits of *Astrocaryum vulgare* Mart and *Bactris gasipaes* H. B. K. (Arecaceae). *Flavour and Fragrance Journal*, 1998, 13: 151-153
- Wang XY(王心宇), Liu MC(刘明春), Yang YW(杨迎伍), et al Chemical constituents of the essential oil of *Michelia alba* DC by GC/MS *J Chongqing Univ*(重庆大学学报), 2008, 31: 97-100
- Shu ZS(舒肇甦), Tan YF(谭云飞), Xiao WQ(肖维强), et al Aromatic compounds of fresh juice and fermented wine made of Litchi (cv Heiye). *Guangdong Agric Sci*(广东农业科学), 2008, 1: 67-69
- Cheng JS(程劲松), Wang CM(王承明), Ding H(丁晖), et al Optimization of determination condition for flavor compounds in soy sauce by SPME-GC *Sci Tech Food Indus*(食品工业科技), 2008, 29: 69-71
- Le XM(靳晓明), Dong L(董琳), Fan F(范峰), et al Research into the medical effects and chemical components of *Ligustrum lucidum*. *Information on Tradit Chin Med*(中医药信息), 2008, 25: 40-48
- Xu JM(徐继明), Lv JS(吕金顺). A study on chemical composition of the essential oils from *Osmanthus fragrant* flower *Chin J Anal Lab*(分析实验室), 2007, 26: 37-41
- Behan JM, Care B, Churchill A, et al Fragrance compositions for mood stimulation U. S. Pat Appl Publ, 2008, 14
- Tanaka Y, Kojima E, Kasuga K. Perfumes for shampoos *Jpn Kokai Tokkyo Koho*, 2008, 19
- Mannas D, Altug T. SPME/GC/MS and sensory flavor profile analysis for estimation of authenticity of thyme honey *Inter J Food Sci Tech*, 2007, 42: 133-138
- Liu SH(刘胜辉), Wei CB(魏长宾), Li WC(李伟才), et al Analysis of the aromatic constituents in 3 star fruit cultivars *J Fruit Sci*(果树学报), 2008, 25: 119-121
- Chen JL(陈计岱), Zhou S(周珊), Wang Q(王强), et al Analysis of aroma components of Xinjiang kuerle fragrant pear *Food Sci Tech*(食品科技), 2007, 6: 95-103
- Li Q(李庆), Pu B(蒲彪), Liu YP(刘远鹏). Research pro-

- gresses in citrus aromatic substances *Sci Tech Food Indus* (食品工业科技), 2007, 28: 229-232
- 22 Wang XP (王小平), Chen YF (陈玉芬), Li YP (李雅萍), et al GC-MS identification of volatile constituents from Chinese propolis extractives by four different ways *Modern Food Sci Tech* (现代食品科技), 2007, 23 (6): 73-77.
 - 23 Li TC (李铁纯), Hui RH (回瑞华), Hou DY (侯冬岩). Analysis of the volatile compounds from Chinese wine by solid phase extraction and GC/MS *J Chin Mass Spec Society* (质谱学报), 2007, 28: 96-100
 - 24 Zhu J. Formulation of guava essence *Faming Zhuanli Shenqing Gongkai Shuomingshu*, 2007. 4
 - 25 Luo T (罗涛), Fan WL (范文来), Xu Y (徐岩). The review of volatile and non-volatile compounds in Chinese Rice Wine *Liquor Making* (酿酒), 2007, 34: 44-48
 - 26 Yue TL (岳田利), Peng BZ (彭帮柱), Yuan YH (袁亚宏), et al Modeling of aroma quality evaluation of cider based on principal component analysis *Transactions of the CSAE* (农业工程学报), 2007, 23: 223-227.
 - 27 Li CB (李成斌), Lin Y (林瑜), Deng GB (邓国宾), et al Analysis of the volatile components of eight kinds of honey by GC-MS *Fine Chem* (精细化工), 2006, 23: 1082-1088
 - 28 Yi LB, Peng QZ, Tian XR, et al Extraction of volatile oil from the flowers of *Ligustrum sinense* var *mysianthum* by supercritical CO₂ and component analysis by GC-MS *Jishou Daxue Xuebao, Ziran Kexueban*, 2007, 28: 98-101.
 - 29 Quijano CE, Pino JA. Analysis of volatile compounds of camu-camu (*Myrciaria dubia* (HBK) Mcvaugh) fruit isolated by different methods *Journal of Essential Oil Research*, 2007, 19: 527-533
 - 30 Quijano CE, Salamanca G, Pino JA. Aroma volatile constituents of Colombian varieties of mango (*Mangifera indica* L.). *Flavour and Fragrance Journal*, 2007, 22: 401-406
 - 31 Li TC, Hui RH, Hou DY. Analysis of the volatile compounds from Chinese wine by solid phase extraction and GC/MS *Zhipu Xuebao*, 2007, 28: 96-100
 - 32 Han YH (韩业慧), Fan WL (范文来), Xu Y (徐岩), et al Modeling of aroma quality evaluation of cider based on principal component analysis *Transactions CSAE* (分析试验室), 2008, 27: 34-37.
 - 33 Liu SW (刘世巍), Zhao T (赵堂), Yang ML (杨敏丽). Analysis of the volatile oil from stem of *Allium mongolicum* Regel by GC-MS *West China J Pharm Sci* (华西药科学杂志), 2007, 22: 313-314
 - 34 Qiu Q (邱琴), Yang HL (杨厚玲), Chen SH (陈士恒), et al Chemical constituents for the essential oil of *Kaempferia galanga* L. by supercritical fluid extraction and stem distillation *J Shandong Univ* (山东大学学报, 理学版), 2006, 41: 119-128
 - 35 Liang XH (梁新红), Zhao GL (赵功玲). Analysis of aroma component of dry kiwi wine with gas chromatography/mass spectrometry *J Anhui Agric* (安徽农业科学), 2006, 34: 5022-5023
 - 36 Swaine RLJ, Zehentbauer GN, Hoke S, et al Flavors for dentifrice compositions *PCT Int*, 2008, 4: 29
 - 37 Bucur L, Stanciu G, Istudor V. The GC-MS analysis of *Elaeagnus angustifolia* L. flowers essential oil *Revista de Chimie (Bucharest, Romania)*, 2007, 58: 1027-1029
 - 38 Liu SW, Zhao T, Yang ML. Analysis of the chemical constituents of volatile oil from stem of *Allium mongolicum* Regel by GC-MS *West China J Pharm Sci* (华西药科学杂志), 2007, 22: 313-314
 - 39 Lasekan O, Buettner A, Christlbauer M. Investigation of important odorants of palm wine (*Elaeis guineensis*). *Food Chemistry*, 2007, 105: 15-23
 - 40 Tajima K, Kojima T, Nakazawa Y, et al deodorization composition for melted asphalt *Jpn Kokai Tokkyo Koho*, 2007. 16
 - 41 Chen Q (陈青), Yao RJ (姚蓉君), Zhang QJ (张前军). Analysis of volatile components from flowers of *Syrax japonicus* Sieb by GC-MS with solid-phase microextraction *Fine Chem* (精细化工), 2007, 24: 159-161.
 - 42 Li CF (李彩芳), Fang MY (方明月), Li CQ (李昌勤), et al Analysis of the essential oil from *Ligustrum quihoui* Carr by SEME-GC-MS *Nat Prod Res Dev* (天然产物研究与开发), 2007, 19: 443-446
 - 43 Na Z. Chemical constituents of the volatile oil from rhizome of *Alpinia kwangsiensis* T. L. Wu et Senjen *Flavour Fragrance Cosmetics* (香料香精化妆品), 2006, 4: 17-18, 26
 - 44 Li YQ (李炎强), Duan CX (段彩霞), Lv J (吕健), et al Quality control of tobacco flavor by the analysis of flavor components *Flavour Fragrance Cosmetics* (香料香精化妆品), 2006, 2: 1-4
 - 45 Hanus LO, Dembitsky VM, Moussaieff A. Comparative study of volatile compounds in the fresh fruits of *Mandragora autumnalis* *Acta Chromatographica*, 2006, 17, 151-160
 - 46 Kawasaki K. Fruit-like flavor compositions *Jpn Kokai Tokkyo Koho*, 2005, 45pp.
 - 47 Orav A, Kailas T, Muurisepp M. Composition of black currant aroma isolated from leaves, buds, and berries of *Ribes nigrum* L. *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences, Chemistry*, 2002, 51: 225-234

(下转第 464 页)

参考文献

- 1 Potter R, Hansen LT, Gill TA. Inhibition of foodborne bacteria by native and modified protein: importance of electrostatic interactions *International Journal of Food Microbiology*, 2005, (103): 23-34.
- 2 Hansen LT, Austin JW, Gill TA. Antibacterial effect of protein in combination with EDTA and refrigeration *International Journal of Food Microbiology*, 2001, (66): 149-161.
- 3 Johansen C, Gill T, Gram L. Antibacterial effect of protein assayed by impedimetry *J Applied Bacteriology*, 1995, 78: 297-303.
- 4 Luan JS(栾金水), Wang NZ(王南舟), Zhong LR(钟立人), et al Research in the property of saline food antiseptics *Nat Prod Res and Dev*(天然产物研究与开发), 1999, 12(3): 52-57.
- 5 Hansen LT, Gill TA. Solubility and antimicrobial efficacy of protein on *Listeria monocytogenes* and *Escherichia coli* as influenced by pH. *J Applied Microbiology*, 2000, 88: 1049-55.
- 6 Du RM(杜荣茂), Zhan TH(詹太华). 鱼精蛋白抗菌特性及毒性. *Food Indus*(食品工业), 2003, (3): 11-13.
- 7 Uyttendaele M, Debevere J. Evaluation of the antimicrobial activity of protein. *Food Microbiology*, 1994, 11: 417-27.
- 48 Guan YL(官艳丽), Wang YJ(王燕军), Shi L(石琳), et al GC-MS analysis of the essential oil from Hangbaiju and Hanghuangju *Chin J Anal Lab*(分析实验室), 2007, 26(6): 77-80.
- 49 Dawa ZM(达娃卓玛), Guan YL(官艳丽), Gesang SM(格桑索朗), et al Chemical analysis of the essential oil from the whole plant of *Saussurea medusa* Maxim by GC-MS *Chin J Anal Lab*(分析实验室), 2007, 26(6): 27-30.
- 50 Xu ZG(徐子刚), Zheng L(郑琳). Determination of the chemical components in tobacco extracted with supercritical carbon dioxide fluid extraction by gas chromatography/mass spectrometry. *J Zhejiang Univ, Sci Ed*(浙江大学学报, 理学版), 2006, 33: 192-195.
- 51 Zeng Z, Zhang H, Chen JY, et al Flavor volatiles of rice during cooking analyzed by modified headspace SPME/GC-MS *Cereal Chemistry*, 2008, 85(2): 140-145.
- 52 Ozek G, Ozek T, Baser KHC, et al Composition of essential oils from *Salvia anatolica*, a new species endemic from Turkey *Chemistry of Natural Compounds*, 2007, 43: 667-671.
- 53 Zhang ZJ(张志杰), Xie H(谢晖), Huang L(黄莉). GC-MS analysis of the volatile constituents in Ginkgo leaves *Chin J Practical Chin with Modern Med*(中华实用中西医杂志), 2006, 19: 2933-2934.
- 54 Huang SY(黄锁义), Yao XM(姚小敏), Tan CJ(覃成箭), et al Catalytic system for synthesis of butyl butyrate *Indus Times*(化工技术与开发), 2007, 36(2): 1-3.
- 55 Wu YH(吴英华), Hou XJ(侯小娟), Ji HP(季怀萍). Catalytic system for synthesis of butyl butyrate *Chem Indus Times*(化工时刊), 2007, 21(3): 68-71.
- 56 Chinese Journal of Chemical Engineering Daily Chemical(日用化学品). Beijing: Chinese Journal of Chemical Engineering(化学工业出版社), 1999. 133, 151, 168.
- 57 Andersson S, Anders L, Groth I, et al floral scents in butterfly-pollinated plant: possible convergence in chemical composition *Botanical Journal of the Linnean Society*, 2002, 140: 129-153.
- 58 Chinese Pharmacopoeia Commission(国家药典委员会). Chinese Pharmacopoeia (2000)(中国药典 2000年版一部). Beijing: Chemical Industry Press, 2000, Appendix: 64.
- 59 Huang JH(黄俊华), MaMai TJ(买买提江), Yang CY(杨昌友), et al Present situation and prospect about the study of *Elaeagnus angustifolia* L. *Chin Wild Plant Res*(中国野生植物资源), 2005, 24(3): 26-33.
- 60 Shi YP(石玉平), Wang YN(王永宁), Guo Z(郭珍). Extraction of the flavonoids from *Elaeagnus angustifolia* L. *J Nanjing Forestry Univ, Nat Sci*(南京林业大学学报, 自然科学版), 2005, 29: 106-108.

(上接第 488 页)