

不同柑橘品种 对柑橘果酒香气成分的影响

刘琨毅¹, 王琪^{1*}, 郑佳², 袁华伟³, 吴霞⁴

(1. 宜宾职业技术学院, 四川宜宾 644003;
2. 五粮液集团技术研究中心, 四川宜宾 644000;
3. 宜宾学院, 四川宜宾 644000;
4. 四川工商职业技术学院, 四川成都 611830)

摘要: 采用顶空固相微萃取-气质联用技术对由脐橙、锦橙、椪柑和蜜柑所酿造的柑橘果酒的香气成分进行分析。结果表明, 在4种柑橘果酒中共分离鉴定出43种香气化合物, 其中包含酯类、醇类、酸类、醛类、酮类、烃类等, 主要的香气贡献成分是酯类化合物, 相对含量在58%~68%之间。柑橘果酒主体香气成分有乙酸乙酯、乙酸异戊酯、3-苯丙酸乙酯、乳酸乙酯、己酸乙酯、庚酸乙酯、壬酸乙酯、癸酸异戊酯、癸酸乙酯、月桂酸乙酯、苯甲酸乙酯、异戊醇、苯乙醇、2-乙基己醇、辛酸、月桂酸、2-氨基苯乙酸、苯乙醛、4-苯基丁醛、苯乙烯等, 这些成分是决定柑橘果酒酒香和果香的重要组成部分。而锦橙果酒中这类化合物含量最高, 且其感官评分也最高。因此, 川南地区宜选锦橙用于柑橘果酒的制作。

关键词: 柑橘果酒, 香气成分, 顶空固相微萃取, 气相色谱-质谱分析

Effects of different orange varieties on the aromatic composition of orange wine

LIU Kun-yi¹, WANG Qi^{1*}, ZHENG Jia², YUAN Hua-wei³, WU Xia⁴

(1. Yibin Vocational and Technical College, Yibin 644003, China;
2. Technical Research Center, Wuliangye Group Co.Ltd., Yibin 644000, China;
3. Yibin University, Yibin 644000, China;
4. Sichuan Technology Businee College, Chengdu 611830, China)

Abstract: The aroma components of orange wine from umbilical orange, glorious orange, ponkan, satsuma were analyzed by head-space solid-phase microextraction-gas chromatography-mass spectrometry (HS-SPME-GC-MS). The results showed that a total of 43 aroma components including esters, alcohols, acids, aldehydes, ketones and hydrocarbon were detected in four orange wine, and the major aroma compounds were esters with relative contents of 58%~68%. Ethyl acetate, isoamyl acetate, ethyl 3-phenylpropionate, ethyl lactate, ethyl caproate, ethyl oenanthat, ethyl pelargonate, isoamyl decanoate, ethyl caprate, ethyl laurate, ethyl benzoate, isoamyl alcohol, phenethyl alcohol, 2-ethyl hexanol, caprylic acid, lauric acid, 2-aminophenylacetic acid, phenylacetaldehyde, 4-phenyl butyl aldehyde, styrene and others, which were the important components that forms the bouquet and fruity aroma in orange wine. The content of these compounds were the highest in glorious orange wine, which was consistent with the highest sensory score of glorious orange wine. Therefore, glorious orange was suitable to produce orange wine in southern Sichuan.

Key words: orange wine; aroma components; head-space solid-phase microextraction; gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) analysis

中图分类号: TS262.7 文献标识码: A 文章编号: 1002-0306(2018)10-0275-06

doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2018.10.051

引文格式: 刘琨毅, 王琪, 郑佳, 等. 不同柑橘品种对柑橘果酒香气成分的影响[J]. 食品工业科技, 2018, 39(10): 275-279, 284.

收稿日期: 2017-10-13

作者简介: 刘琨毅(1987-), 男, 硕士, 讲师, 研究方向: 白酒酿造技术; E-mail: liukunyi799@qq.com。

* 通讯作者: 王琪(1989-), 女, 硕士, 讲师, 研究方向: 白酒分析检测; E-mail: rodmanben@foxmail.com。

基金项目: 发酵资源与应用四川省高校重点实验室开放基金(2015GTY005); 宜宾职业技术学院科研项目(ybzysc16-06)。

川南地区是我国重要的柑橘栽培区,柑橘产业也发展较快^[1-2]。近年来,随着柑橘种植规模不断扩大、产量不断提高,柑橘产业潜在的供需失衡、产销脱节、加工滞后等现实矛盾凸显,其面临着品种结构较为单一、成熟期集中、耐贮性差及经济效益低的不佳局面^[3-5]。

目前川南地区柑橘产业多以种植为主,而很少涉及产品深加工^[6-7]。葡萄酒及果酒是一个传统而又新兴的全球性产业,具有地域聚集性、产业关联性、文化属性和可持续性,可提高水果的附加值,而柑橘果酒又以其独特的生物功能受到消费者的喜爱^[8-12]。近年来,柑橘优质品种已基本覆盖四川全省,优质品种种植比例高达95%,其中以脐橙(NM)、锦橙(GL)、椪柑(PO)、蜜柑(SA)等品种为主^[1-3]。因此,寻找到适合川南地区酿造柑橘果酒所需的柑橘品种对川南地区柑橘产业结构的调整和优化,促进产业集群及农村工业化发展具有重大的现实意义。

香气是构成和影响柑橘果实及其加工产品内在品质的重要指标,香气的好坏直接影响着柑橘果酒的风味品质及消费者的选购心理^[13]。黄六斌等^[14]已经从柑橘果酒中鉴定出了40多种挥发性风味物质,主要为醇类、酯类、酸类、醛类和酮类物质,其中酯类物质对柑橘果酒风味的贡献最为重要。以往主要采用吸附法、萃取法等方法分离果酒中的香味物质^[15-16],存在香味物质易变、耗时长等缺点。顶空固相微萃取-气质联用(HS-SPME-GC-MS)技术具有操作方便、结果快速准确和节省样品等优点^[17-19],因此本研究采用HS-SPME-GC-MS技术对柑橘果酒香气化合物进行分析,以期对川南地区柑橘果酒产品质量控制提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

柑橘原料(脐橙、锦橙、椪柑及蜜柑,成熟度达九成以上) 2016年10月宜宾市翠屏区点灯柑橘种植专业合作社;酿酒酵母(*Saccharomyces cerevisiae*) CICC31482 四川省工业微生物菌种保藏管理中心;果胶酶(10^5 U/mL) 分析纯,上海杰兔公司;亚硫酸钠、NaCl 分析纯,南京试剂有限公司;4-辛醇(内标) 美国Sigma-Aldrich公司;酵母菌活化培养基(含2%琼脂的麦芽汁培养基(10°Be°))、酵母菌种子液培养基(麦芽汁培养基(10°Be°)) 北京谱析科技有限公司。

723型可见分光光度计 上海精密科学仪器有限公司;PHS-3c型精密pH计 上海理达仪器厂;LXJ-IIB低速大容量多管离心机 郑州长城工贸有限公司;DHP-9162型电热恒温培养箱 上海一恒科学仪器有限公司;DHG-9070A型电热恒温鼓风干燥箱 海精宏实验设备有限公司;BS210S型电子分析天平 北京赛多利斯天平有限公司;SW-CJ-2FD型超净工作台 苏州净化设备有限公司;顶空固相微萃取手柄和50 μm CAR/DVB/PDMS纤维萃取头 美国Supelco公司;6890N-5973MSD气质联用

仪 美国Agilent公司。

1.2 实验方法

1.2.1 柑橘果酒工艺流程 新鲜柑橘→分选→清洗→去皮→榨汁→果胶酶澄清处理→调整糖度、pH及添加抗氧化剂→接种酵母→主发酵→后发酵→固液分离→无菌过滤→原酒

操作要点:调整柑橘汁的pH为4.0后添加0.1‰的果胶酶,在40℃下处理2h;经果胶酶处理后的柑橘汁,调糖度为20°Bx及pH为4.0并加入亚硫酸钠0.2‰;按体积分数5%接入经扩大培养后的酵母菌悬液(酵母菌浓度 $3.5\sim 4.0\times 10^7$ CFU/mL),于22℃下发酵,发酵6d后按体积分数5%补加酿酒酵母菌悬液和4%的蔗糖,观察到无气泡后主发酵完成;发酵12~18d后,残糖量 ≤ 20 g/L停止发酵;后发酵结束后的发酵液经过固液分离及利用微孔滤膜无菌过滤可得到柑橘原酒。

1.2.2 理化指标检测 分析柑橘原酒的总糖、总酸、酒精体积分数、干浸出物、甲醇、二氧化硫理化指标。总糖采用直接滴定法^[20];总酸采用电位滴定法^[21];酒精体积分数采用密度瓶法测定^[22];干浸出物采用密度瓶法测定^[22];甲醇采用比色法测定^[22];二氧化硫采用氧化法测定^[22]。

1.2.3 香气成分检测

1.2.3.1 试样的制备 吸取3 mL柑橘原酒于20 mL顶空样品瓶中,加入NaCl至饱和及特氟龙磁力搅拌子(转速500 r/min),置于50℃水浴中平衡15 min,插入CAR/DVB/PDMS纤维萃取头吸附45 min,随后插入GC进样口热解析5 min,分析其中挥发性成分。

1.2.3.2 GC-MS分析条件 GC条件:极性色谱柱DB-Wax(30.0 m \times 0.25 mm \times 0.25 μm J&W);进样口温度250℃,载气(He)流速1 mL/min,不分流模式;气相色谱升温程序为:起始柱温40℃,保持5 min,以4℃/min升至230℃,保持15 min。

MS条件:质谱EI源,电子轰击能量70 eV;离子源温度200℃,四级杆温度150℃,质量数扫描范围35~350 amu。

1.2.3.3 挥发性组分的定性定量方法 定性方法:待测样品的质谱图通过与标准谱库美国国家标准技术研究所(national institute of standards and technology, NIST)05比对鉴定、人工解析及核对有关文献资料,匹配度大于80%的结果才予以报道。

定量方法:以4-辛醇(1 mg/mL)作为内标,采用内标法确定各组分相对含量(计算公式如下)。香味物质含量结果以“平均值 \pm 标准偏差”表示($n=3$)。

$$m_i = (A_i/A_s) \times m_s$$

其中, m_i 为待测组分的量; A_i 为待测组分的峰面积; A_s 为内标物的峰面积; m_s 为内标物的量。

1.2.4 感官评定方法 感官评定由17名专业人员组成的感官评定小组参照GB/T15038-2006《葡萄酒、果酒通用分析方法》^[22]对不同品种所酿造出的柑橘果酒从色泽(满分5分)、澄清度(满分5分)、香气(满分30分)、滋味(满分40分)、典型性(满分20分)5个方面进行感官评定,酒样总分为5项得分之和,满分为100分。

表1 四种不同柑橘果酒的理化指标

Table 1 The physical and chemical indexes of four different orange wines

柑橘品种	总糖(g/L)	总酸(g/L)	酒精度(%vol)	干浸出物(g/L)	甲醇(mg/L)
NM	14.6 ± 0.1 ^c	0.68 ± 0.02 ^b	12.7 ± 0.1 ^b	34.6 ± 0.4 ^b	2.0 ± 0.1 ^b
GL	15.2 ± 0.2 ^d	0.71 ± 0.01 ^c	13.8 ± 0.4 ^d	36.9 ± 0.8 ^d	1.6 ± 0.1 ^a
PO	12.4 ± 0.5 ^a	0.65 ± 0.02 ^a	12.4 ± 0.5 ^a	30.7 ± 0.6 ^a	1.9 ± 0.2 ^b
SA	14.1 ± 0.3 ^b	0.76 ± 0.02 ^d	13.1 ± 0.2 ^c	35.2 ± 0.7 ^c	1.5 ± 0.1 ^a

注: 同列不同字母表示差异显著($p < 0.05$)。

1.3 数据统计分析

采用 SPSS 22.0.0.0 进行数据统计分析和 OriginLab.OriginPro 9.1 软件进行制图。

2 结果与分析

2.1 理化指标分析

表1为供试酒样按规定方法测得的常规理化指标,包括总糖、总酸、酒精度、干浸出物、甲醇等。

经相同的加工工艺所酿造的4种柑橘果酒,GL果酒的总糖、酒精度及干浸出物含量显著高于另外3种柑橘果酒($p < 0.05$),与GL原料糖分含量较高有关^[7];SA果酒的总酸含量最高(0.76 ± 0.02) g/L,且显著高于另外3种柑橘果酒($p < 0.05$),与SA原料酸度较大相吻合^[4,7];4种柑橘果酒的甲醇含量及二氧化硫的残留量均符合国家标准^[23]。

2.2 香气成分分析

应用固相微萃取技术对4种不同柑橘品种所酿造的柑橘果酒香味物质进行分析,得到总离子流色谱图见图1。通过质谱解析及与NIST 05标准谱图进行比对,鉴定得到各香气成分,结果见表2。

如表2 4种柑橘果酒中共检出43种香味物质,其中酯类组分20种、醇类组分9种、酸类组分4种、醛类组分3种、酮类组分3种和烃类组分4种。其中乙酸乙酯、乙酸异戊酯、3-苯丙酸乙酯、乳酸乙酯、己

酸乙酯、庚酸乙酯、壬酸乙酯、癸酸异戊酯、癸酸乙酯、月桂酸乙酯、苯甲酸乙酯、异戊醇、苯乙醇、2-乙基己醇、辛酸、月桂酸、2-氨基苯乙酸、苯乙醛、4-苯基丁醛、苯乙烯这20种柑橘果酒的主体香味成分^[4-5]在4个品种中均有检出,GL中这几类化合物的含量占优,且总含量高达14.195 mg/L。从表2可以看出,在NM中分离鉴定出香味物质41种,其中含量超过0.1 mg/L的成分有18种;在GL中共分离鉴定出41种香味物质,相对含量超过0.1 mg/L的成分有24种;在PO中共分离鉴定出39种香味物质,其中相对含量超过0.1 mg/L的成分有16种;在SA中共分离鉴定出41种香味物质,其中相对含量超过0.1 mg/L的成分有20种。4种柑橘果酒所使用的原料均属于柑橘属,故在检出的香味物质种类上差异不大;但由于原料为不同的品种,所含的各类物质含量不同,因此经相同发酵工艺生产的柑橘果酒其香味物质的含量差异明显。

将柑橘果酒中鉴定出的香气物质分为酯类、醇类、酸类、醛类、酮类和烃类6大类,各类香气成分含量见图2。4种柑橘果酒的香气成分在组成上存在一致性,其中为酯类化合物含量最高,是柑橘果酒中的主要香气成分类型^[4-5]。

实验中共检出20种酯类物质,其中乙酸乙酯、

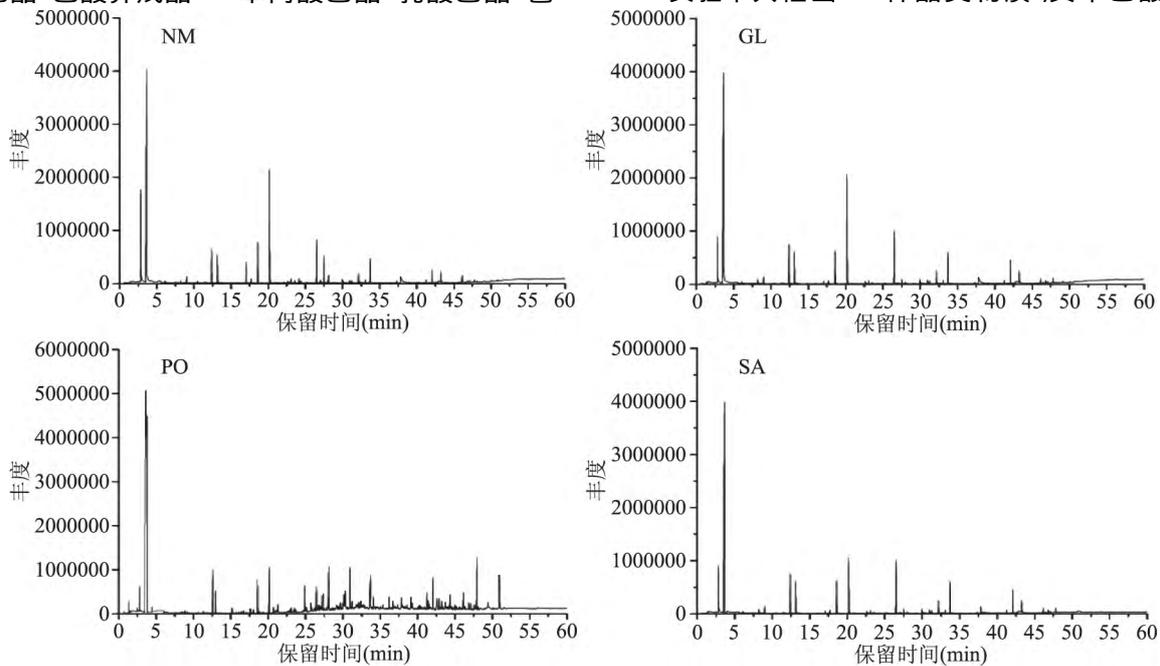


图1 柑橘果酒香气成分的总离子流色谱图

Fig.1 Total ion chromatograms of aroma compounds in orange wine

表2 柑橘果酒的香气成分

Table 2 Aroma components contents of orange wine

实验号	挥发性风味化合物	含量(mg/L)			
		NM	GL	PO	SA
	酯类	8.833	11.274	5.605	9.540
1	乙酸乙酯	2.687 ± 0.127 ^c	3.712 ± 0.140 ^d	1.306 ± 0.099 ^a	2.384 ± 0.071 ^b
2	乙酸异戊酯	0.227 ± 0.045 ^b	0.463 ± 0.033 ^d	0.090 ± 0.021 ^a	0.329 ± 0.063 ^c
3	3-苯丙酸乙酯	0.114 ± 0.026 ^c	0.131 ± 0.017 ^d	0.088 ± 0.009 ^b	0.076 ± 0.014 ^a
4	乳酸乙酯	0.458 ± 0.027 ^c	0.633 ± 0.016 ^d	0.161 ± 0.015 ^a	0.310 ± 0.022 ^b
5	己酸乙酯	0.451 ± 0.036 ^a	0.769 ± 0.039 ^c	0.690 ± 0.027 ^b	0.929 ± 0.024 ^d
6	甲酸异戊酯	0.347 ± 0.025 ^b	0.349 ± 0.046 ^b	0.246 ± 0.063 ^a	0.254 ± 0.054 ^a
7	庚酸乙酯	1.119 ± 0.120 ^b	1.127 ± 0.136 ^b	0.924 ± 0.053 ^a	1.505 ± 0.087 ^c
8	辛酸乙酯	0.011 ± 0.002 ^b	0.013 ± 0.001 ^b	ND	0.007 ± 0.003 ^a
9	壬酸乙酯	0.257 ± 0.045 ^a	0.356 ± 0.029 ^c	0.441 ± 0.063 ^d	0.266 ± 0.034 ^b
10	癸酸异戊酯	0.059 ± 0.004 ^b	0.083 ± 0.009 ^d	0.072 ± 0.011 ^c	0.006 ± 0.002 ^a
11	癸酸乙酯	1.232 ± 0.096 ^b	1.351 ± 0.085 ^c	0.769 ± 0.046 ^a	1.757 ± 0.107 ^d
12	月桂酸乙酯	0.113 ± 0.016 ^c	0.145 ± 0.033 ^d	0.016 ± 0.002 ^a	0.051 ± 0.008 ^b
13	苯甲酸乙酯	0.987 ± 0.055 ^c	1.147 ± 0.038 ^d	0.074 ± 0.052 ^a	0.229 ± 0.047 ^b
14	苯乙酸乙酯	0.079 ± 0.018 ^b	ND	0.003 ± 0.000 ^a	0.071 ± 0.012 ^b
15	N-甲基氨基乙酸乙酯	0.004 ± 0.001 ^a	0.114 ± 0.016 ^c	0.083 ± 0.007 ^b	0.246 ± 0.028 ^d
16	丙酸-2-苯乙酯	0.354 ± 0.036 ^d	0.167 ± 0.046 ^b	0.101 ± 0.039 ^a	0.234 ± 0.031 ^c
17	2-苯基丙烯酸丁酯	0.118 ± 0.018 ^a	0.244 ± 0.023 ^c	0.165 ± 0.015 ^b	0.401 ± 0.019 ^d
18	乙酸苯乙酯	0.098 ± 0.009 ^b	0.108 ± 0.011 ^c	0.016 ± 0.002 ^a	0.134 ± 0.007 ^d
19	肉豆蔻酸乙酯	0.118 ± 0.026 ^c	0.053 ± 0.006 ^b	0.130 ± 0.018 ^d	0.043 ± 0.007 ^a
20	甲氧基乙酸-2-十三酯	ND	0.309 ± 0.019 ^b	0.230 ± 0.014 ^a	0.308 ± 0.027 ^b
	醇类	2.641	4.317	3.026	2.522
1	异丁醇	0.052 ± 0.007 ^a	0.079 ± 0.013 ^b	ND	0.220 ± 0.015 ^c
2	4-甲基-1-戊醇	0.036 ± 0.007 ^b	0.026 ± 0.004 ^a	0.039 ± 0.002 ^b	0.024 ± 0.006 ^a
3	异戊醇	1.154 ± 0.059 ^a	1.915 ± 0.079 ^d	1.680 ± 0.069 ^c	1.318 ± 0.047 ^b
4	苯乙醇	1.255 ± 0.059 ^c	1.833 ± 0.044 ^d	0.961 ± 0.048 ^b	0.810 ± 0.033 ^a
5	正己醇	0.017 ± 0.004 ^a	0.026 ± 0.002 ^b	0.189 ± 0.0013 ^c	0.024 ± 0.005 ^b
6	2-乙基己醇	0.049 ± 0.009 ^b	0.069 ± 0.008 ^c	0.014 ± 0.003 ^a	0.011 ± 0.002 ^a
7	正辛醇	0.024 ± 0.003 ^b	0.073 ± 0.006 ^c	0.011 ± 0.000 ^a	0.008 ± 0.001 ^a
8	3,7-二甲基-6-辛烯-1-醇	0.054 ± 0.004 ^c	0.039 ± 0.003 ^b	0.093 ± 0.009 ^d	0.021 ± 0.003 ^a
9	1,4-丁二硫醇	ND	0.257 ± 0.011 ^c	0.039 ± 0.006 ^a	0.086 ± 0.009 ^b
	酸类	0.077	0.197	0.088	0.162
1	辛酸	0.032 ± 0.001 ^a	0.109 ± 0.016 ^c	0.054 ± 0.001 ^b	0.115 ± 0.021 ^d
2	月桂酸	0.021 ± 0.003 ^c	0.041 ± 0.004 ^d	0.010 ± 0.003 ^a	0.014 ± 0.000 ^b
3	2-氨基苯甲酸	0.004 ± 0.000 ^a	0.012 ± 0.002 ^b	ND	ND
4	2-氨基苯乙酸	0.020 ± 0.003 ^a	0.035 ± 0.005 ^c	0.024 ± 0.002 ^b	0.033 ± 0.006 ^c
	醛类	0.215	0.256	0.148	0.114
1	苯乙醛	0.072 ± 0.007 ^b	0.104 ± 0.016 ^d	0.089 ± 0.005 ^c	0.042 ± 0.003 ^a
2	壬醛	0.071 ± 0.006 ^d	0.061 ± 0.009 ^c	0.044 ± 0.003 ^a	0.051 ± 0.002 ^b
3	4-苯基丁醛	0.072 ± 0.004 ^c	0.091 ± 0.012 ^d	0.015 ± 0.003 ^a	0.021 ± 0.004 ^b
	酮类	0.920	1.225	0.737	0.797
1	苯乙酮	0.616 ± 0.021 ^c	0.902 ± 0.036 ^d	0.563 ± 0.037 ^a	0.601 ± 0.044 ^b
2	甲基壬基甲酮	0.214 ± 0.024 ^c	0.252 ± 0.015 ^d	0.147 ± 0.021 ^a	0.196 ± 0.037 ^b
3	2-甲基四氢噻吩-3-酮	0.090 ± 0.007 ^c	0.071 ± 0.008 ^b	0.027 ± 0.003 ^a	ND
	烃类	0.261	0.307	0.095	0.057
1	苯乙烯	0.033 ± 0.006 ^b	0.081 ± 0.003 ^d	0.041 ± 0.005 ^c	0.025 ± 0.004 ^a
2	萜烯	0.052 ± 0.001 ^c	0.135 ± 0.016 ^d	0.045 ± 0.006 ^b	0.006 ± 0.001 ^a
3	柠檬烯	0.088 ± 0.004 ^c	ND	0.009 ± 0.001 ^b	0.003 ± 0.000 ^a
4	双戊烯	0.088 ± 0.006 ^b	0.091 ± 0.005 ^c	ND	0.023 ± 0.004 ^a

注 “ND”表示未检测;不同字母表示差异显著($p < 0.05$)。

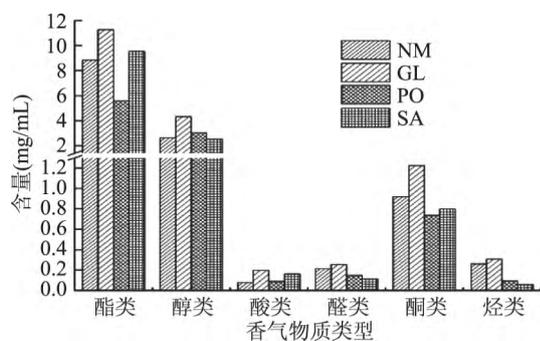


图2 柑橘果酒的香气化合物类型及比例

Fig.2 Classes and relative amounts of aroma components in orange wine

癸酸乙酯、苯甲酸乙酯、庚酸乙酯及己酸乙酯含量较高,为柑橘果酒中主要的酯类物质。

4种柑橘果酒中酯类化合物含量差异较大(图2),其中相对含量最高的为GL(11.274 mg/L),然后依次是SA(9.540 mg/L)、NM(8.833 mg/L)、PO(5.605 mg/L)。20种酯类化合物中有15种在4种柑橘果酒中含量差异显著(表2, $p < 0.05$),其中,含量较高的组分依次是乙酸乙酯(2.522 mg/L)、癸酸乙酯(1.277 mg/L)、庚酸乙酯(1.169 mg/L)、己酸乙酯(0.710 mg/L)与苯甲酸乙酯(0.610 mg/L),这与黄六斌等^[14]对柑橘果酒中酯类化合物的组成相似。酯类物质大多具有花香与果香,会赋予柑橘果酒特有香味,如乙酸乙酯具有清新的果香,癸酸乙酯具有葡萄酒的香气,庚酸乙酯具有菠萝的香气,己酸乙酯具有曲香与菠萝香,辛酸乙酯具有白兰地酒香气^[24]。4种柑橘果酒虽然酯类化合物的种类大致相同但由于各成分之间含量的差异赋予了4种柑橘果酒不同的香气特征。

醇类化合物在4种柑橘果酒中含量也较高,其中最高的是GL(4.317 mg/L),然后依次是PO(3.026 mg/L)、NM(2.641 mg/L)、SA(2.522 mg/L)。在4个品种中均存在的醇类化合物有7种,其中异戊醇含量最高(1.517 mg/L),然后依次为苯乙醇(1.215 mg/L)、正己醇(0.064 mg/L)、3,7-二甲基-6-辛烯-1-醇(0.052 mg/L)、2-乙基己醇(0.036 mg/L)、4-甲基-1-戊醇(0.031 mg/L)和正辛醇(0.029 mg/L)。果酒中的醇类物质可赋予果酒特殊的香味,比如苯乙醇具有清甜的玫瑰样花香,正己醇具有淡雅的果香;并有衬托酯香的作用,使香气更加完美^[25]。故醇类物质在果酒中既是芳香成分又是呈味物质。在GL中酯类物质及醇类物质的含量均高于其它3中果酒(图2),使得GL在香味上显得更加浓郁、饱满。

在4种柑橘果酒中共检出4种酸类物质,包括辛酸、月桂酸、2-氨基苯乙酸等,其中辛酸含量最高(0.077 mg/L),是主要的酸类物质,且在4种柑橘果酒中含量差异显著(表2, $p < 0.05$),SA含量(0.115 mg/L)最高,GL含量(0.109 mg/L)次之,NM含量(0.032 mg/L)最低;含量其次为2-氨基苯乙酸(0.028 mg/L),在GL含量(0.035 mg/L)最高,SA含量(0.033 mg/L)次之,NM含量(0.020 mg/L)最低。

果酒中的酸类物质不仅对果酒风味、口味和色泽的平衡有重要作用,而且影响果酒中各类物质的化学平衡、pH,最终对果酒的品质产生影响^[26]。酸类物质的含量在GL中达到了0.197 mg/L(含量最高),在SA中达到了0.162 mg/L(含量次之),因此这2种柑橘果酒在风味上较另2种更加丰满与协调。

此外,醛类、酮类和烃类香气化合物的含量在4种柑橘果酒中差异较大(图2),因而赋予4种柑橘果酒不同的风味特征。其中含量较高的香气化合物为:苯乙酮(0.670 mg/L)、甲基壬基甲酮(0.202 mg/L)及苯乙醛(0.077 mg/L)。这些物质含量虽不高,但感官阈值低,对柑橘果酒的香气组成起着不可忽视的作用。

2.3 感官品质分析

17名专业人员组成的感官评定小组分别对4种柑橘果酒进行感官评定。由图3可知,GL的感官评分最高为91.8分,SA的84.1分感官评分次之,PO的76.5分感官评分最低。其中,GL的色泽、香气、滋味及典型性的评分均为最高。即川南地区由GL所酿造的柑橘果酒感官品质最优,其感官特征为:色泽亮黄自然、澄清透明、有一定光泽;果香与酒香幽雅和谐;酒体丰满、爽口、回味绵延;风格幽雅无缺。

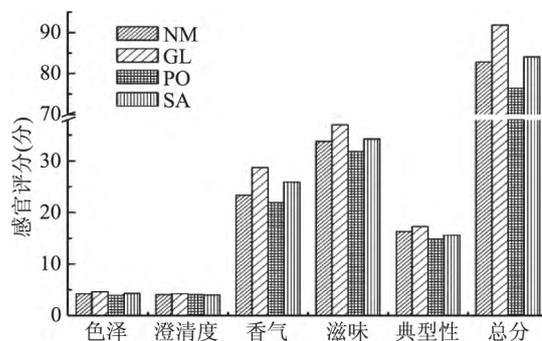


图3 柑橘果酒的感官评分

Fig.3 Sensory score of orange wine

3 结论

通过对川南地区不同柑橘品种酿造而成的柑橘果酒进行理化指标及香气成分的检测,并利用葡萄酒、果酒感官评定的方法,研究了不同柑橘品种对柑橘果酒品质的影响。结果表明:在4种柑橘果酒中共分离鉴定出43种香气化合物,其中包含酯类组分20种、醇类组分9种、酸类组分4种、醛类组分3种、酮类组分3种和烃类组分4种。柑橘果酒主要香气贡献成分是酯类化合物,在柑橘果酒中占58%~68%;其次是醇类物质,在柑橘果酒中占19%~31%。锦橙果酒香气成分中酯类物质、醇类物质、酸类物质、醛类物质及酮类物质的含量均高于其它3种柑橘果酒,其感官评分也最高。其感官特征为:色泽亮黄、澄清透明、有一定光泽;果香与酒香幽雅和谐;酒体丰满、爽口、回味绵延;风格幽雅无缺。综上,川南地区宜选锦橙用于柑橘果酒的制作,且柑橘果酒的生产具有广阔的应用前景,如若进一步投入工厂生产,还需继续做更深入地探讨研究。

(下转第284页)

- [11]刘遵春,苗卫东,包东娥,等.水分胁迫对金光杏梅叶片光合特性的影响[J].果树学报,2007,24(5):685-688.
- [12]燕贲恭.杏梅栽培技术[J].现代农业科技,2011(21):144,148.
- [13]王尚堃,万四新,张传来.金光杏梅无公害标准化栽培技术[J].江苏农业科学,2013,41(9):138-140.
- [14]马琳.壳寡糖复合其他保鲜剂对杏果贮藏品质的影响[D].北京:中国农业大学,2015.
- [15] Stanley J, Marshall R, Ogwaro J. Postharvest storage temperatures impact significantly on apricot fruit quality [C]// International Symposium Postharvest Pacifica 2009 - Pathways to Quality: V International Symposium on Managing Quality in 880, 2009: 525-532.
- [16]曹晓伟,胡景辉,高莉,李园园,李月香,龚舒,张抗.食品添加剂异抗坏血酸钠母液回收工艺研究[J].中国高新技术企业,2017(4):82-83.
- [17]陈迪新,赵梁怡,杨英军,石超南,陈旭升.银杏叶提取液结合异抗坏血酸钠对鲜切砵山梨贮藏品质的影响[J].食品科学,2017,38(11):243-248.

(上接第279页)

参考文献

- [1]王蕾.四川柑橘产业发展面临的主要挑战与发展选择[J].农村经济,2015(8):38-41.
- [2]李超.巧橘粉虱对四川三种柑橘品种的选择性及主要防治技术研究[D].雅安:四川农业大学,2012.
- [3]郭晓鸣.四川柑橘产业市场培育及品牌建设的四点建议[J].决策咨询,2011(1):34-35.
- [4]康明丽,潘思轶,范刚,等.柑橘果酒酿造过程中挥发性风味化合物的变化[J].食品科学,2015,36(18):155-161.
- [5]李锐,冯奎,吴婧,等.不同来源酿酒酵母对柑橘果酒香气成分的影响[J].食品科学,2010,31(17):206-213.
- [6]汪晓银.中国柑橘市场预警研究[D].武汉:华中农业大学,2013.
- [7]乔宇,谢笔钧,张弛,等.顶空固相微萃取-气质联用技术分析3种柑橘果实的香气成分[J].果树学报,2007,24(5):699-704.
- [8]张红梅,曹晶晶.中国葡萄酒产业的现状和趋势及可持续发展对策[J].农业现代化研究,2014,35(2):183-187.
- [9]苏东林,单杨,李高阳.全果柑橘利口酒的加工技术研究[J].食品与发酵工业,2007,33(7):95-98.
- [10]万萍,李翔,李曦,等.柑橘酒发酵条件研究[J].食品与发酵科技,2013,49(1):67-70.
- [11]齐颖.蜂蜜柑橘酒发酵技术的研究[D].重庆:西南大学,2007.
- [12]颜雪辉,吕梅,史路路,等.柑橘酒酿造工艺研究[J].中国酿造,2013,32(11):98-101.
- [13]李晓英.脐橙果汁与果酒香气成分的GC-MS分析[J].中国酿造,2013,32(3):154-157.
- [14]黄六斌,穆洪霞,丁雪梅,等.柑橘酒酿造过程香气成分

- [18]马琳,许丽敏,姜微波,等.不同贮藏温度对杏梅贮藏品质的影响[J].食品工业科技,2015,36(21):337-340.
- [19]曹建康,姜微波,赵玉梅.果蔬采后生理生化实验指导[M].北京:中国轻工业出版社,2007.
- [20] Hofman P J, Smith L G, Joyce D C, et al. Bagging of mango (*Mangifera indica* cv. Keitt) fruit influences fruit quality and mineral composition [J]. Postharvest Biology and Technology, 1997, 12(1): 83-91.
- [21]王井田,刘达富,余良水,等.套袋对猕猴桃果实腐烂病的防治效果及果实品质的影响[J].浙江林业科技,2017,37(1):55-58.
- [22]田密霞,胡文忠,王艳颖,等.山梨酸钾、异抗坏血酸钠及包装方式对鲜切梨的影响[J].食品工业科技,2011,32(7):382-385.
- [23]张永清.异抗坏血酸钠对鲜切莲藕营养成分的影响[J].食品工业,2015,36(7):9-12.
- [24]田维娜,姜微波,曹建康,等.外源亚精胺脉冲负压渗透对采后菜豆粒衰老生理的影响[J].中国食品学报,2014,14(10):75-82.

变化的研究[J].酿酒科技,2015(3):47-50.

- [15]周立华,牟德华,张哲琦,等.GC-MS分析灯笼果果汁和果酒的香气成分[J].酿酒科技,2015(8):96-104.
- [16]侯格妮,李俊,李然洪,等.蓝莓白兰地特征香气成分的GC-MS分析[J].食品与机械,2013,29(3):21-26.
- [17]赵东,郑佳,彭志云,等.利用顶空固相微萃取、液液萃取和香气分馏技术鉴定糠壳的挥发性成分[J].酿酒科技,2016(12):31-39.
- [18]杨春霞,廖永红,胡建华,等.液液萃取与固相微萃取二锅头香气成分的比较[J].食品工业科技,2012(8):68-74.
- [19]陈勇,陈泽军,周瑞平,等.顶空固相微萃取-气相色谱-质谱法测定大曲中的挥发性组分[J].中国调味品,2013,38(2):70-75.
- [20]中华人民共和国卫生部.GB/T 5009.1-2003 食品卫生检测方法 理化部分 总则[S].北京:中国标准出版社,2004.
- [21]中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局.GB/T 12456-2008 食品中总酸的测定[S].北京:中国标准出版社,2008.
- [22]中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局.GB/T 15038-2006 葡萄酒、果酒通用分析方法[S].北京:中国标准出版社,2006.
- [23]中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局.GB/T 15037-2006 葡萄酒[S].北京:中国标准出版社,2006.
- [24]罗佳丽,王孝荣,王雪莹,等.不同果酒酵母发酵血橙果酒的发酵规律及香气成分的比较[J].食品工业科技,2013,34(5):155-159.
- [25]袁竹连,张贞发.GC-MS分析比较广西5种果酒中的香气成分[J].湖北农业科学,2013,52(3):665-668.
- [26]沈颖,刘晓艳,白卫东,等.果酒中有机酸及其对果酒作用的研究[J].中国酿造,2012,31(2):29-32.