

搅拌棒萃取-气相色谱-质谱联用法分析 ‘媚丽’桃红葡萄酒中的香气成分

王 华, 宋建强, 梁艳英, 糜川清, 李 华*

(西北农林科技大学葡萄酒学院, 陕西省葡萄与葡萄酒工程技术研究中心, 陕西 杨凌 712100)

摘 要: 采用搅拌棒萃取法-气相色谱-质谱联用技术, 对‘媚丽’桃红葡萄酒中的香气成分进行定量检测。结果表明: ‘媚丽’桃红葡萄酒中共检测到55种香气成分, 包括26种酯类物质、4种酸类物质、9种醇类物质、6种萜烯类物质、3种C₁₃-降异戊二烯等。通过计算香气活性值发现, 其中12种香气成分对‘媚丽’桃红葡萄酒的香气有重要贡献。这些物质是: 乙酸乙酯、丁酸乙酯、己酸乙酯、辛酸乙酯、乙酸异戊酯、异丁酸乙酯、异戊酸乙酯、异戊醇、2-苯乙醇、里哪醇、 β -大马士酮和 β -紫罗兰酮。感官分析结果表明: ‘媚丽’桃红葡萄酒具有玫瑰香、苹果、草莓、菠萝等香气。

关键词: 香气成分; ‘媚丽’; 桃红葡萄酒; 搅拌棒萃取法; 香气活性值

Determination of Aroma Compounds of ‘Meili’ Rose Wine by Stir Bar Sorptive Extraction-Gas Chromatography-Mass Spectrometry

WANG Hua, SONG Jian-qiang, LIANG Yan-ying, MI Chuan-qing, LI Hua*

(Shaanxi Engineering Research Center for Viti-Viniculture, College of Enology, Northwest A & F University, Yangling 712100, China)

Abstract: The aroma composition of ‘Meili’ rose wine was determined using stir bar sorptive extraction-gas chromatography-mass spectrometry (SBSE-GC-MS). In total 55 volatile compounds were identified, including 26 esters, 4 acids, 9 alcohols, 6 terpenes, and 3 C₁₃-norisoprenoids. According to odor activity values (OAV), twelve compounds were considered as important aroma compounds in ‘Meili’ rose wine. These compounds were ethyl acetate, ethyl butanoate, ethyl hexanoate, ethyl octanoate, isoamyl acetate, ethyl 2-methylpropanoate, ethyl 3-methylbutanoate, isoamyl alcohol, 2-phenyl ethanol, linalool, β -damascenone, and β -ionone. Sensory evaluation indicated that ‘Meili’ rose wine was characterized by floral and fruity aroma, such as rose, apple, strawberry, and pineapple flavor.

Key words: aroma compounds; ‘Meili’; rose wine; stir bar sorptive extraction (SBSE); odor active value (OAV)

中图分类号: TS207.3

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630 (2014) 02-0177-05

doi:10.7506/spkx1002-6630-201402033

‘媚丽’是西北农林科技大学葡萄酒学院通过欧亚种内轮回选择法培育的红葡萄品种^[1]。该品种已于2010年通过陕西省品种审定委员会初审。研究表明: 该品种抗病性、抗寒性强, 果实品质优良, 适合在我国的华北和西北等病害严重的地区栽培^[2]。该品种不仅适用于酿造干红葡萄酒, 而且可以酿造果香浓郁的桃红葡萄酒。

葡萄酒中复杂的香气成分影响其变化性、优雅性和特异性^[3], 从而影响葡萄酒的质量和消费者的购买倾向。目前葡萄酒已检测到的香气成分有800多种^[4], 这些化合物具有不同物理化学性质, 如极性、挥发性, 且含量有

很大差异, 从mg/L级到ng/L级。影响这些香气成分的因素可以分为影响葡萄果实成分的因素(如葡萄品种、气候、土壤及栽培方式)和影响葡萄酒酿造和陈酿的因素(如辅料、发酵条件、陈酿条件等)^[5]。

葡萄酒中香气成分的分析是葡萄酒质量评价的重要方法。目前关于香气成分的分析方法主要有气相色谱法、电子鼻法、感官分析法等^[3-4], 其中最常用的是气相色谱法。在对香气成分进行气相色谱分析时, 必须对香气成分进行提取。香气成分提取分离普遍采用的液-液萃取法、蒸馏法等方法操作繁琐、灵敏度低且需要使

收稿日期: 2013-01-24

基金项目: 国家火炬计划项目(2011GH551976); “十二五”国家科技支撑计划项目(2012BAD31B07)

作者简介: 王华(1959—), 女, 教授, 博士, 研究方向为葡萄与葡萄酒学。E-mail: wanghua@nwsuaf.edu.cn

*通信作者: 李华(1959—), 男, 教授, 博士, 研究方向为葡萄与葡萄酒学。E-mail: lihuawine@nwsuaf.edu.cn

用有机溶剂。近几十年发展起来的非溶剂萃取技术,如固相微萃取技术和搅拌棒萃取技术,已经广泛应用于葡萄酒的检测中^[6-8]。Perestrelo等^[7]研究表明搅拌棒萃取技术的精密度和准确度与固相微萃取技术相似,但灵敏度更高。气相色谱闻香法和香气活性值(odor activity value, OAV)法已广泛应用于葡萄酒中特征香气成分的研究^[9-13]。这些研究表明只有小部分葡萄酒香气成分对葡萄酒产生影响。

李二虎等^[14]对‘媚丽’干红葡萄酒的香气成分进行了分析,但只进行了定性分析。目前对‘媚丽’桃红葡萄酒香气成分的定量研究尚未报道。因此,本研究利用搅拌棒萃取-气相色谱-质谱联用仪对‘媚丽’桃红葡萄酒中的香气成分进行定量检测,并通过OAV确定了该酒中的重要香气成分,以期改进桃红葡萄酒的酿造工艺提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

‘媚丽’葡萄定植于陕西省杨陵区杨村乡葡萄园,行株距为2.5 m×1.0 m,采用单干双臂整形。葡萄从花期到转色期经过2次整形修剪,保持植株高度为1 m。葡萄园土壤结构相对一致,含有1.2%的有机质, pH 8.3。约2 000 kg成熟果实(含糖量200 g/L, 含酸量7.0 g/L(以酒石酸计))按照桃红葡萄酒的酿造工艺酿造^[15]。

丙酸辛酯、异丁酸乙酯、乙酸异丁酯、异丁酸辛酯 美国K & K Laboratories公司; 辛酸乙酯、癸酸乙酯、壬酸、庚醇、辛醇、壬醇、癸醇 美国Eastman公司; 肉桂酸乙酯 美国Alfa Aesar公司; 乙酸辛酯 美国Compagnie Parento公司; 其他42种香气成分的标样(6,9-环氧基-3,5(13)-巨豆二烯除外,见表1)和内标物质标样(3-庚酮、甲酸己酯) 美国Sigma-Aldrich公司。

1.2 仪器与设备

6890N/5973气相色谱-质谱联用仪(配有热解吸系统(thermal desorption unit, TDU)和程序升温汽化进样口) 美国Agilent公司; 冷进样系统(cooled injection system, CIS)、聚二甲基硅氧烷(polydimethylsiloxane, PDMS)搅拌棒(长1 cm, PDMS膜厚0.5 mm) 德国Gerstel公司; RTX-1毛细管柱(60 m×0.25 mm, 0.5 μm) 美国Resteck公司。

1.3 方法

1.3.1 香气成分的萃取

取10 mL酒样于20 mL的玻璃瓶中,然后加入10 mL饱和NaCl溶液、20 μL内标溶液和搅拌棒。在25℃、1 000 r/min下搅拌吸附3 h。吸附结束后,取出搅拌棒,用去离子水冲洗后,再用滤纸吸干水分,将搅拌棒转移

到TDU中进行气相色谱质谱(gas chromatograph-mass spectrometry, GC-MS)分析。样品共检测3次。

1.3.2 热解吸条件

TDU条件:不分流模式;初始温度为25℃,以100℃/min升到250℃,保持2 min。

CIS条件: CIS4系统通过液氮冷却至-80℃;升温程序:平衡0.2 min, 10℃/min升到250℃,保持10 min;进样口温度250℃;载气(He)流速2.5 mL/min。柱温箱升温程序:40℃保持2 min,以3℃/min升至210℃,5℃/min升至270℃,保持5 min; RTX-1色谱柱末端连接分流器,一部分以1 mL/min流速到质谱仪,另一部分以1.5 mL/min排出。

1.3.3 质谱条件

电子电离(electron ionization, EI)离子源;离子源温度230℃;接口温度280℃;电子能量70 eV;质量扫描范围35~350 u。

1.3.4 定性、定量分析

保留指数通过改进的Kováts法进行计算^[16]。通过Wiley Library谱库检索、对比标准品及参考文献的保留指数对化合物进行定性分析。

定量分析采用外标与内标法相结合的方法进行定量^[10],即通过目标化合物选择离子峰面积与内标物选择离子峰面积之比与2种化合物质量浓度之比建立标准曲线。利用所建立的标准曲线计算葡萄酒中香气成分的含量。

2 结果与分析

按照上述分析条件对‘媚丽’桃红葡萄酒的香气成分进行了分析。香气成分的总离子流图见图1。利用该方法共检测到55种香气成分(表1)。这些物质中包含26种酯类物质、9种醇类物质、4种酸类物质、6种萜烯类物质、3种C₁₃-降异戊二烯类、3种莽草酸衍生物、2种醛类、1种酮类和1种内酯。除了异戊醇、苯乙醇、乙酸乙酯质量浓度为mg/L级,其他香气物质的质量浓度均为μg/L级。根据这些化合物的质量浓度和嗅觉阈值,计算出其OAV(表1), OAV大于1的化合物被认为是‘媚丽’桃红葡萄酒中的香气贡献成分^[10-11]。

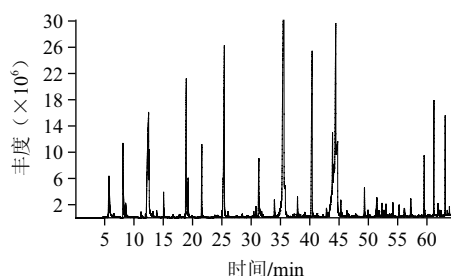


图1 ‘媚丽’桃红葡萄酒香气成分总离子图
Fig.1 Total ion chromatography of volatile compounds in ‘Meili’ rose wine

表1 ‘媚丽’桃红葡萄酒中的挥发性香气成分
Table 1 Volatile compounds in ‘Meili’ rose wine

序号	化合物 保留指数 ¹	文献中化合 物保留指数 ²	内标 物质 ³	香气成分	嗅觉阈 值/($\mu\text{g/L}$)	‘媚丽’桃红葡萄酒 质量浓度/($\mu\text{g/L}$)	OAV
直链脂肪酸乙酯							
1	603	587	I	乙酸乙酯 ethyl acetate	7 500 ^[11]	68.7 $\pm$ 9.9 ⁴	9.2
2	702	686	I	丙酸乙酯 ethyl propionate	1 800 ^[17]	268.8 $\pm$ 40.1	0.1
3	788	785	II	丁酸乙酯 ethyl butanoate	20 ^[23]	263.6 $\pm$ 22.2	13.2
4	889	884	II	戊酸乙酯 ethyl pentanoate	>200 ^[9]	0.8 $\pm$ 0.1	b
5	985	983	I	己酸乙酯 ethyl hexanoate	5 ^[11]	337.9 $\pm$ 35.2	67.6
6	1 084	1 084	II	庚酸乙酯 ethyl heptanoate	220 ^[6]	2.7 $\pm$ 0.2	0.0
7	1 183	1 181	I	辛酸乙酯 ethyl octanoate	2 ^[11]	552.9 $\pm$ 45.9	276.4
8	1 282	1 278	I	壬酸乙酯 ethyl nonanoate	1 300 ^[3]	0.7 $\pm$ 0.04	0.0
9	1 382	1 380	I	癸酸乙酯 ethyl decanoate	200 ^[10]	116.5 $\pm$ 5.4	0.6
乙酸高级醇酯							
10	760	755	I	乙酸异丁酯 isobutyl acetate	1 600 ^[17]	83.9 $\pm$ 7.8	0.1
11	866	868	II	乙酸 2-甲基丁酯 2-methylbutyl acetate	a	145.1 $\pm$ 7.2	b
12	862	862	II	乙酸异戊酯 isoamyl acetate	30 ^[11]	1 025.1 $\pm$ 137.4	34.2
13	999	994	II	乙酸己酯 hexyl acetate	670 ^[17]	4.7 $\pm$ 0.4	0.0
支链脂肪酸乙酯							
14	746	751	II	异丁酸乙酯 ethyl 2-methylpropanoate	15 ^[10]	43.5 $\pm$ 4.2	2.9
15	839	835	II	2-甲基丁酸乙酯 ethyl 2-methylbutanoate	18 ^[10]	3.7 $\pm$ 0.2	0.2
16	842	844	II	异戊酸乙酯 ethyl 3-methylbutanoate	3 ^[10]	4.9 $\pm$ 0.4	1.6
芳香酯							
17	1 226	1 210	I	2-苯基乙酸乙酯 ethyl 2-phenylacetate	73 ^[9]	2.6 $\pm$ 0.2	0.0
18	1 239	1 248	I	乙酸苯乙酯 phenylethyl acetate	250 ^[11]	42.3 $\pm$ 3.3	0.2
19	1 332	a	II	氢化桂皮酸乙酯 ethyl dihydrocinnamate	1.6 ^[10]	0.3 $\pm$ 0.02	0.2
20	1 450	1 452	I	肉桂酸乙酯 ethyl cinnamate	1.1 ^[10]	0.2 $\pm$ 0.02	0.2
21	1 568	a	I	香草酸乙酯 ethyl vanillate	990 ^[9]	592.2 $\pm$ 62.5	0.6
其他酯类							
22	1 111	1 108	II	辛酸甲酯 methyl octanoate	a	1.9 $\pm$ 0.2	b
23	1 156	1 146	II	琥珀酸二酯 diethyl succinate	1 200 ^[17]	424.7 $\pm$ 34.0	0.4
24	1 311	1 307	II	癸酸甲酯 methyl decanoate	1 200*	1.1 $\pm$ 0.04	0.0
25	1 335	1 329	I	异丁酸辛酯 octyl 2-methylpropanoate	a	0.4 $\pm$ 0.04	b
26	1 633	a	II	二氢茉莉酮酸甲酯 methyl dihydrojasmonate	a	0.4 $\pm$ 0.1	b
酯类总含量						72.6 $\pm$ 10.3 ⁴	b
脂肪酸							
27	1 165	1 165	III	辛酸 octanoic acid	500 ^[10]	150.7 $\pm$ 4.2	0.3
28	1 262	1 272	III	壬酸 nonanoic acid	a	325.6 $\pm$ 146.4	b
29	1 366	1 365	III	癸酸 decanoic acid	1 000 ^[10]	174.5 $\pm$ 20.8	0.2
30	1 553	1 556	III	十二酸 dodecanoic acid	1 000*	57.6 $\pm$ 12.4	0.1
脂肪酸总含量						708.5 $\pm$ 183.7	
醇类							
31	617	617	III	异丁醇 isobutyl alcohol	40 000 ^[11]	1 042.3 $\pm$ 54.0	0.0
32	727	728	III	异戊醇 isoamyl alcohol	30 000 ^[11]	161.3 $\pm$ 4.3 ⁴	5.4
33	859	851	III	己醇 hexan-1-ol	8 000 ^[11]	213.9 $\pm$ 39.8	0.0
34	963	956	III	庚醇 heptan-1-ol	1 000 ^[6]	44.2 $\pm$ 1.1	0.0
35	1 104	1 085	III	苯乙醇 2-phenylethanol	14 000 ^[10]	17.8 $\pm$ 1.2 ⁴	1.3
36	1 022	1 015	III	2-乙基己醇 2-ethyl hexanol	8 000*	4.0 $\pm$ 0.8	0.0
37	1 062	1 056	III	辛醇 octan-1-ol	900 ^[3]	10.8 $\pm$ 1.0	0.0
38	1 162	1 155	III	壬醇 nonan-1-ol	600*	1.3 $\pm$ 0.4	0.0
39	1 264	1 255	III	癸醇 decan-1-ol	400 ^[10]	3.5 $\pm$ 0.5	0.0
醇类物质总含量						180.4 $\pm$ 5.6 ⁴	
萜烯酸衍生物							
40	1 301	1 306	III	4-乙烯基-2-甲氧基苯酚 4-vinyl guaiacol	1 100 ^[10]	8.3 $\pm$ 3.0	0.0
41	1 345	1 329	III	丁子香酚 eugenol	6 ^[10]	1.2 $\pm$ 0.2	0.2
42	944	940	III	苯甲醛 benzaldehyde	2 000 ^[17]	6.8 $\pm$ 0.9	0.0
萜烯酸衍生物总含量						16.4 $\pm$ 4.1	
醛类							
43	782	772	III	己醛 hexanal	a	12.7 $\pm$ 3.9	b

续表1

序号	化合物 保留指数 ¹	文献中化合 物保留指数 ²	内标 物质 ³	香气成分	嗅觉阈 值/($\mu\text{g/L}$)	‘媚丽’桃红葡萄酒 质量浓度/($\mu\text{g/L}$)	OAV
44	1 088	1081	III	壬醛 nonanal	a	1.7 $\pm$ 0.6	b
醛类总含量						14.4 $\pm$ 4.5	
萜烯类							
45	1 029	1 020	III	柠檬烯 limonene	15 ^[10]	0.5 $\pm$ 0.04	0.0
46	1 092	1 083	III	里哪醇 linalool	25 ^[10]	32.3 $\pm$ 3.4	1.3
47	1 219	1 229	III	香茅醇 citronellol	100 ^[10]	2.3 $\pm$ 0.5	0.0
48	1 245	1 258	III	香叶醇 geraniol	30 ^[10]	11.5 $\pm$ 1.4	0.4
49	1 438	1 431	III	香叶基丙酮 geranyl acetone	60 ^[6]	0.7 $\pm$ 0.02	0.0
50	1 558	1 564	III	橙花叔醇 nerolidol	700*	10.0 $\pm$ 2.2	0.0
萜烯类物质总含量						57.4 $\pm$ 7.7	
C ₁₅ -降异戊二烯类							
51	1 285	1 276		6,9-环氧基-3,5 (13)-巨豆二烯 vitispirane ⁵	800 ^[10]	1.1 $\pm$ 0.2	0.0
52	1 378	1 363	III	β -大马士酮 β -damascenone	0.05 ^[10]	3.5 $\pm$ 0.5	70.2
53	1 480	1 466	III	β -紫罗兰酮 β -ionone	0.09 ^[10]	0.1 $\pm$ 0.01	1.4
C ₁₅ -降异戊二烯类总含量						4.8 $\pm$ 0.7	
酮类和内酯							
54	1 077	1 070	III	2-壬酮 2-nonanone	a	0.5 $\pm$ 0.05	b
55	1 685	a	III	δ -十二内酯 δ -dodecalactone	a	4.4 $\pm$ 0.7	b
酮和内酯总含量						4.9 $\pm$ 0.8	

注：1. 化合物在 RTX-1 色谱柱上的保留指数；2. 文献中化合物在交联度 100% 的聚二甲基硅氧烷色谱柱上的保留指数（来源：<http://www.odour.org.uk/>；<http://webbook.nist.gov/>）；3. 内标物质丙酸辛酯、甲酸己酯和 3-庚酮分别用 I、II 和 III 表示；4. 在酒样中的质量浓度为 mg/L；5. 6,9-环氧基-3,5 (13)-巨豆二烯没有标样，只通过质谱和与文献中化合物保留指数对比定性，定量采用 β -大马士酮的标准曲线；*. 嗅觉阈值来自本实验室培训的品尝员，测试的模拟酒样含 12% (V/V) 酒精、5 g/L 酒石酸，pH 3.2；a. 未报道；b. 无法计算。

醇类物质主要包括高级醇（异丁醇、异戊醇和苯乙醇）和一些脂肪醇（C₆~C₁₀）。“媚丽”桃红葡萄酒中，醇类物质的含量最高，为 180.4 mg/L，占总香气含量的 71.1%。含量较高的异丁醇、异戊醇和苯乙醇是酵母菌通过糖代谢途径或者氨基酸代谢途径合成的^[18]。高级醇（苯乙醇除外）含量在大于 300 mg/L 时会对葡萄酒产生不利影响^[5]，而“媚丽”桃红葡萄酒中高级醇的含量低于这一值，说明这些物质对该葡萄酒没有负面影响，可能在增强葡萄酒香气的复杂性方面起一定作用。醇类物质中质量浓度大于嗅觉阈值的是异戊醇和苯乙醇。异戊醇具有辛辣味，而苯乙醇主要产生玫瑰香。其他醇类物质（C₆~C₁₀脂肪醇）的含量低于嗅觉阈值，这些物质主要产生青草、柑橘、糖果、橘花的香味。

酯类物质可以分为直链脂肪酸乙酯、乙酸高级醇酯、支链脂肪酸乙酯、芳香酯和一些其他酯类物质。

“媚丽”桃红葡萄酒中，酯类物质的含量仅次于醇类物质，为 72.6 mg/L，占总香气含量的 28.6%。酯类物质主要在葡萄酒发酵过程中产生，是产生葡萄酒花香和果香的重要成分。这些物质中，质量浓度高于嗅觉阈值的有 4 种直链脂肪酸乙酯、1 种高级醇乙酯和 2 种支链脂肪酸乙酯，分别是乙酸乙酯、丁酸乙酯、己酸乙酯、辛酸乙酯、乙酸异戊酯、异丁酸乙酯、异戊酸乙酯。这些酯类物

质都具有水果香味,如苹果、香蕉、草莓、梨等香味^[9]。需要指出的是,如果乙酸乙酯的含量超过150 mg/L会使人感觉不愉快^[19],而‘媚丽’桃红葡萄酒中乙酸乙酯的含量低于这一值。

脂肪酸类物质包括辛酸、壬酸、癸酸和十二酸,含量为708.5 μg/L,占总香气含量的0.3%。这些物质来源于脂肪酸代谢途径或者长链脂肪酸的降解,产生奶酪味、腐败味。Shinohara^[20]发现葡萄酒中C₆~C₁₀脂肪酸的含量为4~10 mg/L时会产生愉悦的香气,而大于20 mg/L时对葡萄酒香气不利。‘媚丽’桃红葡萄酒中总的脂肪酸含量低于4 mg/L,且这些物质质量浓度低于嗅觉阈值,可能会在增加葡萄酒香气的复杂性上起重要作用。

萜烯类物质主要是柠檬烯、里哪醇、香茅醇、香叶醇、香叶基丙酮、橙花叔醇,含量为57.4 μg/L,占总香气含量的0.02%。这类物质是乙酰辅酶A的代谢产物,在葡萄酒中以游离态和糖苷结合态存在^[18,21]。在葡萄酒酿造过程中,非挥发性的糖苷在酶或酸的作用下水解成具有挥发性的游离态。微生物也可以合成萜烯类物质,但是目前没有关于酿酒酵母生成萜烯类物质的报道^[22]。萜烯类物质作为葡萄酒中的品种香气,在玫瑰香、雷司令、琼瑶浆等葡萄酒中检测到,赋予葡萄酒花香和果香^[18]。

‘媚丽’桃红葡萄酒中最重要的化合物是里哪醇,该物质的含量最高,且大于它的嗅觉阈值。里哪醇在葡萄酒中产生玫瑰香味、水果香。香叶醇的含量也较高,其OAV值为0.4,具有玫瑰香味。由于萜烯类物质之间存在协同作用^[5],香叶醇可能增强‘媚丽’桃红葡萄酒的玫瑰香。

C₁₃-降异戊二烯类化合物包括6,9-环氧基-3,5(13)-巨豆二烯、β-大马士酮、β-紫罗兰酮,含量仅为4.8 μg/L。C₁₃-降异戊二烯类化合物是类胡萝卜素在酶或非酶作用下的降解产物或者这些物质其糖苷的水解产物。由于β-大马士酮和β-紫罗兰酮的嗅觉阈值很低(嗅觉阈值分别为50 ng/L和90 ng/L),对葡萄酒的香气具有重要贡献,是许多葡萄酒(如霞多丽、赤霞珠、品丽珠和西拉等)中重要的品种香气物质^[23]。‘媚丽’桃红葡萄酒中检测到的β-大马士酮的OAV为70.2,具有花香、蜂蜜和热带水果香气。Pineau等^[24]研究表明,β-大马士酮有利于增强红葡萄酒的果香,掩盖葡萄酒的生青味,因此也可以增加‘媚丽’桃红葡萄酒的果香。β-紫罗兰酮的OAV为1.4,具有红树莓和紫罗兰香,而6,9-环氧基-3,5(13)-巨豆二烯具有桉树和樟脑味^[18]。

莽草酸衍生物包括4-乙基-2-甲氧基苯酚、丁子香酚和苯甲醛,含量为16.4 μg/L。这些物质的含量过高时会使葡萄酒产生感官缺陷^[5],而‘媚丽’桃红葡萄酒中这些含苯环类化合物的含量都低于其嗅觉阈值。‘媚丽’桃红葡萄酒中还检测到少量的醛类、酮类和内酯,其中醛类物质在葡萄酒中的嗅觉阈值远高于其质量浓度,而

另外两种物质的嗅觉阈值未见报道。这些物质可能在增加葡萄酒香气的复杂性方面起一定作用。

由15人组成的感官分析小组(小组成员经过葡萄酒标准香气培训)对‘媚丽’葡萄酒进行香味描述^[25]。结果表明:‘媚丽’桃红葡萄酒具有强的花果香,主要是玫瑰香、苹果、菠萝和草莓香等。

3 结 论

利用搅拌棒萃取-气相色谱-质谱法对‘媚丽’桃红葡萄酒香气成分进行分析,共检测到55种香气成分,主要是醇类、酯类、酸类、萜烯类、C₁₃-降异戊二烯类及含苯环类化合物。这些化合物中含量最高的是醇类物质,其次是酯类物质和脂肪酸类物质,而萜烯类物质、C₁₃-降异戊二烯类及其他化合物的含量相对较低。‘媚丽’桃红葡萄酒中质量浓度高于嗅觉阈值的化合物有12种,包括乙酸乙酯、丁酸乙酯、己酸乙酯、辛酸乙酯、乙酸异戊酯、异丁酸乙酯、异戊酸乙酯、异戊醇、2-苯乙醇、里哪醇、β-大马士酮和β-紫罗兰酮。感官分析结果表明,‘媚丽’桃红葡萄酒以玫瑰香、苹果、菠萝和草莓香为主。香气成分的分析对改进‘媚丽’桃红葡萄酒工艺,提高葡萄酒的品质有重要的意义。

参考文献:

- [1] 李华. 葡萄与葡萄酒研究进展-葡萄酒学院年报[M]. 西安: 陕西人民出版社, 2000: 26-42.
- [2] 张振文. 葡萄品种学[M]. 西安: 西安地图出版社, 2000: 188.
- [3] 李华. 葡萄酒品尝学[M]. 北京: 科学出版社, 2006: 29-106.
- [4] 刘丽媛, 刘延琳, 李华. 葡萄酒香气化学研究进展[J]. 食品科学, 2011, 32(5): 310-316.
- [5] RIBERAU-GAYON P, GLORIES Y, MAUJEAN A, et al. Handbook of enology: Volume 2. The chemistry of wine stabilization and treatments[M]. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons Ltd., 2006: 205-223.
- [6] ANTALICK G, PERELLO M C, DE REVEL G. Development, validation and application of a specific method for the quantitative determination of wine esters by headspace-solid-phase microextraction-gas chromatography-mass spectrometry[J]. Food Chemistry, 2010, 121(4): 1236-1245.
- [7] PERESTRELO R, NOGUEIRA J M, CÂMARA J S. Potentialities of two solventless extraction approaches-stir bar sorptive extraction and headspace solid-phase microextraction for determination of higher alcohol acetates, isoamyl esters and ethyl esters in wines[J]. Talanta, 2009, 80(2): 622-630.
- [8] ZALACAIN A, MARÍN J, ALONSO G L, et al. Analysis of wine primary aroma compounds by stir bar sorptive extraction[J]. Talanta, 2007, 71(4): 1610-1615.
- [9] AZNAR M, LOPEZ R, CACHO J F, et al. Identification and quantification of impact odorants of aged red wines from Rioja. GC-olfactometry, quantitative GC-MS, and odor evaluation of HPLC fractions[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2001, 49(6): 2924-2929.
- [10] FERREIRA V, LÓPEZ R, CACHO J F. Quantitative determination

- of the odorants of young red wines from different grape varieties[J]. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2000, 80(11):1659-1667.
- [11] GUTH H. Quantitation and sensory studies of character impact odorants of different white wine varieties[J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1997, 45(8): 3027-3032.
- [12] GÜRBÜZ O, ROUSEFF J M, ROUSEFF R L. Comparison of aroma volatiles in commercial Merlot and Cabernet Sauvignon wines using gas chromatography-olfactometry and gas chromatography-mass spectrometry[J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2006, 54(11): 3990-3996.
- [13] PINO J A, TOLLE S, GÖK R, et al. Characterisation of odour-active compounds in aged rum[J]. *Food Chemistry*, 2012, 132(3): 1436-1441.
- [14] 李二虎, 惠竹梅, 张振文, 等. 8804 果实和干红葡萄酒香气成分的 GC/MS 分析[J]. *西北农林科技大学学报: 自然科学版*, 2007, 35(6): 83-88.
- [15] 李华. 现代葡萄酒工艺学[M]. 西安: 陕西人民出版社, 2000: 120-125.
- [16] GIRARD B. Retention index calculation using Kovats constant model for linear temperature-programmed gas chromatography[J]. *Journal of Chromatography A*, 1996, 721(2): 279-288.
- [17] PEINADO R A, MORENO J, BUENO J E, et al. Comparative study of aromatic compounds in two young white wines subjected to pre-fermentative cryomaceration[J]. *Food Chemistry*, 2004, 84(4): 585-590.
- [18] EBELER S E. Analytical chemistry: unlocking the secrets of wine flavor[J]. *Food Reviews International*, 2001, 17(1): 45 - 64.
- [19] GIL M, CABELLOS J M, ARROYO T, et al. Characterization of the volatile fraction of young wines from the Denomination of Origin "Vinos de Madrid" (Spain)[J]. *Analytica Chimica Acta*, 2006, 563(1/2): 145-153.
- [20] SHINOHARA T. Gas chromatographic analysis of volatile fatty acids in wines[J]. *Agricultural and Biological Chemistry*, 1985, 49(7): 2211-2212.
- [21] 涂崔, 潘秋红, 朱保庆, 等. 葡萄与葡萄酒单萜化合物的研究进展[J]. *园艺学报*, 2011, 38(7): 1397-1406.
- [22] MATEO J J, JIMÉNEZ M. Monoterpenes in grape juice and wines[J]. *Journal of Chromatography A*, 2000, 881(1/2): 557-567.
- [23] MENDES-PINTO M M. Carotenoid breakdown products the-norisoprenoids-in wine aroma[J]. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 2009, 483(2): 236-245.
- [24] PINEAU B, BARBE J C, van LEEUWEN C, et al. Which impact for β -damascenone on red wines aroma?[J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2007, 55(10): 4103-4108.
- [25] TAO Yongsheng, LIU Yongqiang, LI Hua. Sensory characters of Cabernet Sauvignon dry red wine from Changli County (China)[J]. *Food Chemistry*, 2009, 114(2): 565-569.