

# 葡萄酒香气成分研究进展

张雅茹<sup>1</sup>, 侯旭杰<sup>2</sup>

(1. 塔里木大学 生命科学院, 新疆 阿拉尔 843300; 2. 塔里木大学 生命科学院,  
新疆生产建设兵团南疆特色农产品深加工重点实验室, 新疆 阿拉尔 843300)

**摘要:**葡萄酒的香气是造成酒复杂性最重要的因素之一,同时也是评价酒质优劣的关键性指标,葡萄酒香气分析是提高和控制葡萄酒质量的重要手段。现对葡萄酒香气成分的来源、不同品种葡萄酒香气成分研究结果以及分析方法进行了综述,展望了葡萄酒香气成分研究的方向,以促进葡萄酒香气的进一步研究。

**关键词:**葡萄酒;香气成分;来源;分析方法

**中图分类号:**TS 262.61 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)07-0186-04

葡萄酒香气成分是衡量葡萄酒质量的一个重要指标,也是影响消费者购买意向的重要因素,通过对葡萄酒消费者的调查研究表明,复杂且平衡的香气决定了商品酒的市场接受度<sup>[1-3]</sup>。葡萄酒的香气是由上千种挥发性化合物组成,这些化合物的嗅觉感知阈值也变化相当大在 $10^{-4} \sim 10^{-12}$  g/L 之间<sup>[4]</sup>。因此,挥发性化合物在葡萄酒嗅觉中的影响取决于浓度和类型。葡萄酒香气化合物受多种因素的影响,其中葡萄酒香气的复杂性使得它们难以研究<sup>[5]</sup>。然而,到现在为止,我国只有少数研究将已制成芳香化合物用于影响葡萄酒感官质量的评估。因此,葡萄酒香气成分的研究具有很大的研究潜力和研究价值。

## 1 葡萄酒中香气物质来源

葡萄酒的香气取决于许多因素,如气候、地区、葡萄栽培、葡萄品种、酵母和酿酒技术<sup>[6]</sup>。一般把葡萄酒的香气来源分为四大类:第一类是来源于葡萄品种本身的香气称为葡萄香气<sup>[7]</sup>;第二类是来自于生产或工艺改变而引起的特定工艺步骤,如葡萄破碎或必要的前处理的加工香气;第三类在一些化合物发酵过程中产生或改性而产生的香气,称为发酵香气;第四类是在陈酿过程中产生的,也是前2类香气在陈酿中变化而产生的陈酿香气。

**第一作者简介:**张雅茹(1991-),女,硕士研究生,研究方向为食品加工与贮藏。E-mail:1471994413@qq.com.

**责任作者:**侯旭杰(1976-),男,硕士,教授,现主要从事农产品加工与贮藏等研究工作。E-mail:houxujie@sina.com.

**基金项目:**国家自然科学基金资助项目(31560450)。

**收稿日期:**2015-12-14

## 1.1 葡萄香气

从特定的葡萄品种中酿造的葡萄酒通常显示特定的香气特征<sup>[8]</sup>。葡萄因其在世界各地种植以及各地葡萄品种之间的差异而存在香气的不同。在葡萄种植的过程中受无数可能变化因素的影响,例如光照条件、年降雨量、温度、土壤条件等。因此,葡萄品种是决定葡萄酒风味的重要因素之一。

葡萄原料中所包含的香气物质以醇类、酯类、萜烯类等为代表。酯类的主要贡献在于增强和表征葡萄品种的香气;单萜醇及其衍生物在酒的香气中起到至关重要的作用,特别是麝香葡萄品种和香气相关品种的香气。迄今在葡萄和葡萄酒已有50种已知的单萜化合物,有趣的是单萜起源是由于其在香水中的使用并作为食用香料,而现在却成为了葡萄品种香气中芳香成分的代名词。在酒中发现重要的单萜醇有芳樟醇、香叶醇、橙花醇、香茅醇、 $\alpha$ -松油醇及脱氢芳樟醇,RIBEREAU等<sup>[9]</sup>发现香叶醇和沉香醇对葡萄和葡萄酒的香味起到重要作用,因为其浓度常常远高于嗅觉感知阈值。

## 1.2 加工香气

不同的生产或工艺的改变将会使葡萄酒香气成分发生改变。葡萄原料经过不同的破碎方式,其芳香成分会发生变化,前处理中加入必要的添加物也会使葡萄酒风味有所不同。崔日宝<sup>[10]</sup>研究发现合适的控温浸渍能够降低酸类和醇类的含量,提高酯类的含量。

## 1.3 发酵香气

葡萄酒的香气主要是在酵母发酵阶段产生的,其中乙醇和丙三醇在数量上为葡萄酒的香气做出巨大贡献,当然还包括二醇、高级醇、脂肪酸、醛类及其酯类<sup>[11]</sup>,发

酵过程中产生的香气成分占白葡萄酒总香气成分的20%以上,占红葡萄酒总香气成分的40%以上<sup>[12]</sup>。约50%的这些值是由正丙醇、正丁醇、2-甲基丁醇、3-甲基丁醇、苯基乙醇、乙酸乙酯和乳酸乙酯所表示。发酵过程中产生的乙醇除了具有独特的气味,还可以确定酒粘度、平衡味道和用作气味的固定器。

高级醇在数量上是酒精饮料香气化合物中占有比例最大的物质,在酒精发酵的次级产物中形成。可以通过其强烈、辛辣的气味和滋味被识别,对酒的口感和风味特征有着显著的影响。通常高级醇浓度在低于300 mg/L时有助于酒风味的复杂性,当浓度超过400 mg/L,杂醇被视为对葡萄酒质量具有负面影响的物质。

醛是生化反应中涉及的关键化合物,由氨基酸和糖通过酵母产生高级醇的产物。它们有助于风味特征的形成,从“苹果般”到“柑桔类”再到“坚果般”,这取决于其化学结构。醛类物质虽然以低感知阈值存在于葡萄酒中,但对葡萄酒香气的形成起到了重要作用。在葡萄酒和烈酒的总醛含量中,乙醛是主要组分且对酒香的贡献超过90%。

挥发性酚类是影响葡萄酒质量的一类芳香族化合物。这些酚类化合物通常是在酿酒腐败酵母和酒香酵母的代谢活性中产生<sup>[13]</sup>。产自香豆酸和阿魏酸第一步反应的4-乙基苯酚和4-乙基愈创木酚以及第二步反应的4-乙基苯酚和4-乙基愈创木酚是该类挥发性酚类物质中重要的组成成分。

挥发性有机硫化合物因其反应性和极低的阈值对酒香气有重要的影响。含量大部分都在 $\mu\text{g/L}$ 水平,但

其嗅觉阈值通常是 $\text{ng/L}$ 水平。酒中出现的最重要的含硫化物是 $\text{H}_2\text{S}$ , $\text{H}_2\text{S}$ 在具有低的感知阈值时会有不愉快的香气,它赋予的香气,让人想起臭鸡蛋<sup>[14]</sup>。最近的研究表明,高含量存在的 $\text{H}_2\text{S}$ 也可以导致其它不希望的挥发性硫化物的产生。硫化物的形成与酵母代谢有密切的联系<sup>[15]</sup>。

酯类化合物在很大程度上影响着葡萄酒香气,酯类赋予葡萄酒令人愉快的水果香味<sup>[16]</sup>。

#### 1.4 陈酿香气

陈酿过程中葡萄酒的香气是指原始的复杂风味化合物在木桶或瓶子中发酵和陈酿的结果<sup>[17]</sup>。王家梅等<sup>[18]</sup>研究发现葡萄酒具有孔隙度和渗透率的特点,所以在陈酿时会增强葡萄酒香气的复杂性和丰富性。葡萄酒在木桶老化时,从木材中提取到的各种芳香成分没有在最终葡萄酒特征中占主导地位,这将对风味增强有益。除了木质元素和木材与陈酿中的酒反应的提取物以外,氧气穿透木材也会导致风味急剧变化。

### 2 葡萄酒香气成分研究进展

#### 2.1 不同品种葡萄酒香气成分研究结果

葡萄酒中已鉴定的挥发性香气成分有1 000多种,主要是由醇、醛、酮、酸、酯几个类型为代表<sup>[19]</sup>,所有的芳香化合物可以在每个葡萄酒类型的特定风味型式的表征中发挥作用<sup>[20]</sup>,使不同品种葡萄酒具有属于它们的特征香气。在组成葡萄酒香气的众多芳香物质里,低浓度醇类化合物赋予葡萄酒淡淡的醇香和果香,略带辣味,

表1 不同品种葡萄酒香气成分及香气特征

葡萄酒品种	重要的香气物质	香气特征
“赤霞珠”干红	3-甲基-1-丁醇、丁二酸二乙酯、苯乙醇、2-羟基丙酸乙酯、2-甲基-1-丙醇、乙酸乙酯、2,3-丁二醇、乙酸、戊酸乙酯、3-羟基-2-丁醇	通常具青椒、蘑菇、松脂等气味 <sup>[21]</sup>
“梅鹿辄”干红	3-甲基-1-丁醇、丁二酸二乙酯、2-羟基丙酸乙酯、苯乙醇、2,3-丁二醇、2-甲基-1-丙醇、乙酸乙酯、乙酸、(Z)-十八碳-9-烯酸、(Z,Z)-八碳-9,12-二烯酸	令人舒适的葡萄气味、优雅的果香。略带辣味 <sup>[22]</sup>
“蛇龙珠”干红	3-甲基-1-丁醇、丁二酸二乙酯、2-氢化-2[3-H]-呋喃酮、2-羟基丙酸乙酯、2-甲基-1-丙醇、2,3-丁二醇、戊酸乙酯、乙酸乙酯、乙酸、(Z,Z)-八碳-9,12-二烯酸	具有玫瑰香、茉莉香、紫罗兰香、香料辛辣味、茴芹香、丁香味、果味等多样风味 <sup>[23]</sup>
“西拉”干红	乙酸乙酯、异戊醇、异丁醇、2,3-丁二醇、乙酸异戊酯、1,3-丙二醇、乙醛、乙酸甲酯、2-羟基丙酸乙酯、苯乙醇	以烧烤味、胡椒味、香料味、浆果或甜水果味、甘草味、巧克力味、凤梨味为主 <sup>[24]</sup>
“品丽珠”干红	乙酸乙酯、异戊醇、异丁醇、2,3-丁二醇、乙酸异戊酯、2,3-丁二醇、辛酸乙酯、乙酸乙酯、琥珀酸二乙酯、苯乙醇	以果香味,花香味,茴香味为主 <sup>[25]</sup>
“黑比诺”干红	苯乙醇、异戊醇、己酸乙酯、2,3-丁二醇、异丁醇、7-甲氧基-2,2,4,8-四甲基三环[5,3,1,0(4,11)]十一(碳)烷、乳酸乙酯、丁二酸二乙酯、3-戊醇、4-甲氧基甘露糖	以樱桃等小浆果香气为主 <sup>[26]</sup>
“雷司令”干白	2-甲基丙醇、异戊醇、乙酸乙酯、2-苯乙醇、1-丁醇、1-丙醇、乙酸异戊酯、1-己醇、3-甲硫基-1-丙醇、己酸乙酯	以榭树、洋槐花、柑桔花香为主略带矿物质味道 <sup>[27]</sup>
“霞多丽”干白	3-甲基-1-丁醇、丁二酸二乙酯、苯乙醇、辛酸、2-甲基-1-丙醇、己酸、2-羟基丙酸乙酯、2,3-丁二醇、癸酸、二氢化-2[3-氢]-呋喃酮	大马士酮是其特征香气,以独特优雅的奶酪香气为主 <sup>[28-29]</sup>
“和田红”干白	辛酸乙酯、癸酸乙酯、己酸乙酯、乙醇、辛酸、3-甲基-1-丁醇、癸酸、乙酸乙酯、十二酸甲酯、3-甲基醋酸丁酯	以醇香和橙子味果香为主 <sup>[30]</sup>
“媚丽”桃红葡萄酒	苯乙醇、丁酸乙酯、己酸乙酯、2-甲基丁酸乙酯、异丁醇、辛酸乙酯、琥珀酸乙酯、乙酸异戊酯、正壬酸、正己烷-1-醇	以玫瑰花香、酸果香、花香、草莓味、青苹果味、茴香为主 <sup>[31]</sup>
野生葡萄酒	以3-甲基-1-丁醇、2-甲基-1-丁醇、苯乙醇、丁内酯为主	以青草、泥土、霉、焦糖、烟熏、水果、肥皂等香气为主 <sup>[32]</sup>

醇类中的苯乙醇具有玫瑰花香,异戊醇具有苦杏仁味和涩味等;酯类则带给葡萄酒花香味和水果味,乙酸异戊酯具有的香蕉香气,乙酸苯乙酯具有的苹果香等;羰基化合物持有的果香和木头香都为葡萄酒增添许多令人愉悦的香气。

目前,市场上的干红葡萄酒品种包括“赤霞珠”、“梅鹿辄”、“黑比诺”等,干白葡萄酒品种包括“雷司令”、“霞多丽”、“和田红”等,桃红葡萄酒主要是以“媚丽”为主,此外野生葡萄酒的关注度也在日益提高。表1总结了6种干红葡萄酒、3种干白葡萄酒、1种桃红葡萄酒以及野生葡萄酒的主要香气成分(取香气成分含量前10名)和香气特征。

从表1可以看出,不论是干白型、干红型、桃红型葡萄酒还是野生型葡萄,香气物质大体上是相似的,只是在特征香气含量上存在差异。几种不同类型的葡萄酒香气物质都是以醇类和酯类为主,例如大都含有3-甲基-1-丁醇、苯乙醇、乙酸乙酯等,且相对含量较高,在“霞多丽”和“赤霞珠”葡萄酒中3-甲基-1-丁醇含量分别达到33.824 1%和44.588 1%,赋予葡萄酒水果味和花香味。干红葡萄酒醇类含量相对较高,使葡萄酒的刺激性和苦涩味稍稍强于干白型葡萄酒。干白型葡萄酒酯类含量相对较高,相对含量较高的乙酸异戊酯赋予干白型葡萄酒典型的干白香气。野生葡萄酒大多口感酸涩,具有泥土和青草味。然而,不论哪个品种或类型的葡萄酒,都是在醇类、酯类、醛类、萜烯类、酚类、脂肪酸等挥发性化合物共同作用、相互促进、相互抑制,而最终形成各种类型葡萄酒属于它们自己的独特香气。

## 2.2 葡萄酒香气成分研究方法

2.2.1 感官分析法 感官评定法是评价葡萄酒感官质量的一种方法,是指专业评酒员对葡萄酒的气味、外观滋味和酒的典型性通过鼻、眼、口进行评定。糜川清<sup>[31]</sup>利用感官分析法描述分析了“媚丽”葡萄酒的香蕉、苹果和花卉的香味。李华等<sup>[24]</sup>利用此方法描述了西拉干红葡萄酒的感官特性可以用甘草味、烧烤味、香料味和巧克力味来表示。FARINA等<sup>[33]</sup>用感官分析方法研究了Uruguayan Tannat 红酒,在感官评定时可以用浆果味、果香味、坚果味和木香味来进行描述。结果表明,感官分析法是评价葡萄酒感官质量有效可行的一种方法。

2.2.2 仪器分析法 仪器分析法是能够准确分析葡萄酒中的香气成分的重要研究途径<sup>[34]</sup>,它不仅能够定性、定量的分析葡萄酒中的香气物质,而且具有较好的重现性。其包括样品前处理方法和特征香气分析方法,样品前处理方法包括液-液萃取法、顶空萃取法、固相微萃取等,而GC-MS是最常用的特征香气分析方法。例如范

文来等<sup>[35]</sup>通过GC-MS方法从蛇龙珠葡萄酒中测定出包括3-甲基丁醇和 $\beta$ -大马酮等74种芳香成分。ALVES等<sup>[36]</sup>通过GC-MS方法测定出马德拉葡萄酒中酯、醇、醛、吡喃、烯帖类痕量或低浓度化合物。MORENO等<sup>[37]</sup>运用GC-MS方法检测出“雪莉”葡萄酒中63种芳香化合物,并建立了芳香化合物与酒陈酿时间的线性回归模型。陶永胜等<sup>[28]</sup>、曹建宏等<sup>[29]</sup>采用GC-MS技术测定出“霞多丽”干白葡萄酒中64种芳香成分并且确定了“霞多丽”6种典型的香气特征,效果明显且重复性高。

## 3 展望

随着我国经济的快速发展和人民生活水平的逐渐提高,葡萄酒产业快速增长,葡萄酒也成为广受欢迎的饮料酒,而葡萄酒香气是葡萄酒感官质量中十分重要的一部分,它决定人们的接受度。因此,葡萄酒香气成分研究越来越被重视。目前,我国葡萄酒香气检测技术比较成熟,但其运用还比较局限,没能将理论知识向实践环节更好的转化。对于典型葡萄酒香气成分的研究很深入,但对于一些具有当地特色的葡萄酒产区(例如新疆慕萨莱思葡萄酒),在研究分析特色葡萄酒香气成分方面还比较薄弱。尤其是新疆南疆地区的特色葡萄酒品,具有很大的研究和开发价值。因此,应结合仪器分析和感官分析的方法及时开展特定区域特色葡萄酒香气成分的研究,为该地区葡萄酒产品质量的提升和市场的开拓提供科学的理论依据。

## 参考文献

- [1] VERDU J A J, LLORENS M F J, FUENTES M M. Measuring perceptions of quality in food products; The case of red wine[J]. Food Quality and Preference, 2004, 15(5): 453-469.
- [2] CHARTERS S, PETTIGREW S. The dimensions of wine quality[J]. Food Quality and Preference, 2007, 18(7): 997-1007.
- [3] KING E S, KIEVIT R L, CURTIN C, et al. The effect of multiple yeasts co-inoculations on Sauvignon Blanc wine aroma composition, sensory properties and consumer preference[J]. Food Chemistry, 2010, 122(3): 618-626.
- [4] ABBOTT N A, COOMBE B G, WILLIAMS P J. The contribution of hydrolysed flavour precursors to quality differences in Shiraz and juice and wines; an investigation by sensory descriptive analysis[J]. Am J Enol Vitic, 1991, 42: 167-174.
- [5] 胡博然, 李华. 不同年份干红葡萄酒香气物质分析研究[J]. 食品科学, 2006(10): 487-492.
- [6] SELLI S, CANBAS A, CABAROGLUY T, et al. Effect of skin contact on the free and bound aroma compounds of the white wine of *Vitis vinifera* L. [J]. Cv Narince Food Control, 2006(17): 75-82.
- [7] SCHREIER D G. Flavour composition of wines; a review. CRC Crit[J]. Rev Food Sci Nutr, 1979(12): 59-111.
- [8] DUBOURDIEU D, TOMINAGE T, MASNEUF I, et al. The role of yeasts in grape flavor development during fermentation; The example of Sauvignon Blanc[C]. Proceedings American Society of Enology and Viticulture



50th Annual Meeting, Seattle, USA (American Society of Enology and Viticulture), 2000.

[9] RIBERAU G P, BOIDRON J H, TEMIER A. Aroma of Muscat grape varieties[J]. J Agric Food Chem, 1975(23):1042-1047.

[10] 崔日宝. 河西走廊不同产地原料及浸渍工艺对赤霞珠干红葡萄酒挥发性成分的影响[D]. 兰州:甘肃农业大学, 2013.

[11] PISARNITSKILL A. Formation of wine aroma: tones and imperfections caused by minor components(review) [J]. Applied Biochemistry and Microbiology, 2001, 37(6):552-560.

[12] RAPP A, MANDERY H. Wine aroma[J]. Experientia, 1986, 42: 873-884.

[13] CHATONNET P, DUBOURDIEU D, BORIDIO J N. The influence of *Brettanomyces/Dekkera* sp, and lactic acid bacteria on the ethylphenol of red wines[J]. Am J Enol Vitic, 1995, 46:463-467.

[14] MESTRES M, BUSTO O, GUASCH J. Analysis of organic sulfur compounds in wine aroma[J]. Journal of Chromatography A, 2000, 881(1): 569-581.

[15] LAMBRECHTS M G, PRETORIUS I S. Yeast and its important to wine aroma: a review[J]. S Afr J Enol Vitic, 2000(21):97-129.

[16] 李丽, 梁芳华, 孙爱东. 葡萄酒中特征性香气成分的形成及其影响因素[J]. 饮料工业, 2009(5):13-16.

[17] 文彦. 形成葡萄酒香气特征的关键香气成分及其呈香机制研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学, 2013.

[18] 王家梅, 张军翔. 葡萄酒香气来源和形成研究进展[J]. 中国酿造, 2014(5):5-9.

[19] BAO J, ZANG Z W. Volatile compounds of young wines from cabernet sauvignon, cabernet gernerischet and chardonnay varieties grown in the Loess Plateau Region of China[J]. Molecules, 2010(15):9184-9196.

[20] BONINO M, SCHELLINO R, RIZZIB C, et al. Aroma compounds of an Italian wine (Ruche') by HS-SPME analysis coupled with GC-ITMS [J]. Food Chemistry, 2003, 80:125-133.

[21] 李佳. 昌黎原产地域赤霞珠葡萄酒香气成分研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学, 2007.

[22] 王方, 秦丽娜, 王伟, 等. 赤霞珠和梅鹿辄干红葡萄酒的香气分析[J].

中外葡萄与葡萄酒, 2007(3):4-8.

[23] 李华, 胡博然, 杨新元, 等. 蛇龙珠干红葡萄酒香气成分的 GC-MS 分析[J]. 分析测试学报, 2004(1):85-87.

[24] 李华, 张莉, 王华, 等. 西拉干红葡萄酒香气感官特性描述语分析[J]. 食品科学, 2010(17):22-24.

[25] 蒋宝, 张昂. 地形对品丽珠葡萄酒挥发性物质的影响[J]. 陕西农业科学, 2015(7):13-16, 46.

[26] 张晓, 张振文. 黑比诺干红葡萄酒芳香物质的定性分析[J]. 西北农业学报, 2007(5):214-217.

[27] 张振文, 唐虎利, 雷司令不同成熟度干白葡萄酒品质的研究[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2010(11):121-126, 133.

[28] 陶永胜, 彭传涛. 中国霞多丽干白葡萄酒香气特征与成分关联分析[J]. 农业机械学报, 2012(3):130-139.

[29] 曹建宏, 张振文, 张莉, 等. 霞多丽干白葡萄酒香气成分的 GC/MS 分析[J]. 西北林学院学报, 2006(4):132-134.

[30] 杨继红, 来疆文, 高畅. 新疆和田红干白葡萄酒香气成分分析[J]. 中国酿造, 2011(11):163-166.

[31] 糜川清. “媚丽”桃红葡萄酒的特征香气成分和感官特性描述符研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学, 2012.

[32] 李记明, 贺普超. 中国野生葡萄酒风味成分分析[J]. 果树学报, 2004(1):11-16.

[33] FARINA L, VILLAR V, ARES G, et al. Volatile composition and aroma profile of Uruguayan Tannat wines[J]. Food Research International, 2015, 69:244-255.

[34] 熊月丰, 吴文惠. 葡萄酒香气物质的研究方法进展[J]. 酿酒, 2014(5):23-28.

[35] 范文来, 徐岩, 李记明, 等. 应用 GC-O 和 GC-MS 研究蛇龙珠葡萄酒游离态挥发性香气成分[J]. 食品与发酵工业, 2011(11):183-188.

[36] ALVES R F, NASCIMENTO A M D, NOGUEIRA J M F. Characterization of the aroma profile of Madeira wine by sorptive extraction techniques [J]. Science Direct, 2005, 546:11-21.

[37] MORENO J A, ZEA L, MOYANO L, et al. Aroma compounds as markers of the changes in sherry wines subjected to biological ageing[J]. Food Control, 2005(16):333-338.

## The Present Situation of Aroma Components in Wines

ZHANG Yaru<sup>1</sup>, HOU Xujie<sup>2</sup>

(1. College of Life Science, Tarim University, Alar, Xinjiang 843300; 2. College of Life Science, Tarim University/Xinjiang Production and Construction Group Key Laboratory of Agricultural Products Processing in Xinjiang South, Alar, Xinjiang 843300)

**Abstract:** Among the factors contribution to wine complexity and quality, wine aroma is one of the most important factors, and also the key to evaluate the vinosity. Analysis of wine aroma is an important means for improving and monitoring aroma quality. In this paper, the origin of wine aroma, and the results and analytic techniques of varieties wine aroma components were reviewed. The prospects of the research direction in wine aroma components had been depicted, to promote the further studies of wine aroma.

**Keywords:** wine; aroma components; origin; analytic methods