

## 河北沙城产区不同葡萄品种干红葡萄酒的香气特征及品质分析

朱光华<sup>1,2</sup>, 赵晓宁<sup>1</sup>, 陈佳威<sup>1\*</sup>, 罗飞<sup>1</sup>, 薛楚然<sup>1</sup>, 傅晓方<sup>1</sup>, 王杨<sup>1</sup>, 凌翰<sup>1</sup>, 郜成军<sup>1</sup>,  
张莹辉<sup>1</sup>, 王文祺<sup>1</sup>, 郑紫森<sup>1</sup>, 王雨晨<sup>1</sup>, 杨学威<sup>3</sup>

(1.中国长城葡萄酒有限公司,河北张家口 075400;2.中粮长城华夏葡萄酒有限公司,河北秦皇岛 066699;  
3.圣利亚酒庄有限公司,智利第六地区 316000)

**摘要:**为了解河北沙城产区不同品种葡萄酿造干红葡萄酒的风味差异,该研究以不同葡萄品种(马瑟兰、西拉、赤霞珠、小味儿多)干红葡萄酒为研究对象,采用常规检测方法及顶空固相微萃取-气相色谱-质谱联用技术(HS-SPME-GC-MS)分别测定其理化指标和挥发性风味成分,结合气味活性值(OAV)筛选关键挥发性风味物质,并对其感官品质进行分析。结果表明,不同葡萄品种干红葡萄酒中酒精度为14.63%vol~15.92%vol( $P>0.05$ ),马瑟兰干红葡萄酒总糖、总酸含量最高,分别为5.82 g/L、7.53 g/L,西拉、赤霞珠干红葡萄酒挥发酸、干浸出物含量最高(分别为0.57 g/L、31.58 g/L);共检出关键挥发性风味物质(OAV>1)21种,其在马瑟兰、西拉、赤霞珠、小味儿多干红葡萄酒中分别为16种、21种、16种、19种,其中,共有的关键挥发性风味物质有己酸乙酯、香叶基丙酮等11种。4个不同品种干红葡萄酒感官评分差异不显著( $P>0.05$ ),但香气特征具有差异。

**关键词:**河北沙城产区;葡萄品种;干红葡萄酒;挥发性风味成分;气味活性值

中图分类号:TS262.6

文章编号:0254-5071(2025)12-0176-06

doi:10.11882/j.issn.0254-5071.2025.12.025

引文格式:朱光华,赵晓宁,陈佳威,等.河北沙城产区不同葡萄品种干红葡萄酒的香气特征及品质分析[J].中国酿造,2025,44(12):176-181.

## Analysis of the aroma characteristics and quality of dry red wines with different grape varieties from Shacheng region of Hebei

ZHU Guanghua<sup>1,2</sup>, ZHAO Xiaoning<sup>1</sup>, CHEN Jiawei<sup>1\*</sup>, LUO Fei<sup>1</sup>, XUE Churan<sup>1</sup>, FU Xiaofang<sup>1</sup>, WANG Yang<sup>1</sup>, LING Han<sup>1</sup>,  
GAO Chengjun<sup>1</sup>, ZHANG Yinghui<sup>1</sup>, WANG Wenqi<sup>1</sup>, ZHENG Zimiao<sup>1</sup>, WANG Yuchen<sup>1</sup>, YANG Xuewei<sup>3</sup>

(1.China Great Wall Wine Co., Ltd., Zhangjiakou 075400, China; 2.COFCO Huaxia Greatwall Wine Co., Ltd., Qinhuangdao 066699, China;  
3.Viña Santa Andrea Limitada, Region 6 316000, Chile)

**Abstract:**To understand the flavor differences of dry red wines with different grape varieties from Shacheng region of Hebei, using dry red wines of different grape varieties (Marselan, Syrah, Cabernet Sauvignon, Petit Verdot) as the research objects, the physicochemical indicators and volatile flavor components were determined respectively by conventional detection methods and headspace solid-phase microextraction-gas chromatography-mass spectrometry (HS-SPME-GC-MS) technology. The key volatile flavor substances were screened in combination with odor activity value (OAV), and their sensory qualities were analyzed. The results showed that the alcohol content of dry red wine with different grape varieties ranged from 14.63%vol to 15.92%vol ( $P>0.05$ ). The Marselan dry red wine had the highest total sugar and total acid contents, which were 5.82 g/L and 7.53 g/L, respectively. The contents of volatile acid and dry extract in Syrah and Cabernet Sauvignon dry red wines were the highest (0.57 g/L and 31.58 g/L, respectively). A total of 21 key volatile flavor substances (OAV>1) were detected, which were 16, 21, 16 and 19 in Marselan, Syrah, Cabernet Sauvignon and Petit Verdot dry red wines, respectively. Among them, there were 11 common key volatile flavor substances including ethyl hexanoate, geranyl acetone, etc. There was no significant difference in the sensory scores among the four different grape varieties of dry red wine ( $P>0.05$ ), but the aroma characteristics were different.

**Key words:** Shacheng region of Hebei; grape variety; dry red wine; volatile flavor component; odor activity value

葡萄酒的香气是展现其独特风格和产区特色的重要因素<sup>[1]</sup>,现有研究表明,葡萄酒中已鉴定出上千种挥发性香气物质<sup>[2-3]</sup>。这些香气通常被划分为品种香、发酵香和陈酿香<sup>[4]</sup>。品种香源自葡萄果实本身,其特点与葡萄品种、种植环境及气候条件息息相关<sup>[5]</sup>;发酵香产生于葡萄酒酒精发

酵过程,主要受酵母种类及其代谢途径的影响,不同酵母会赋予葡萄酒不同的风味特征<sup>[6]</sup>;陈酿香是葡萄酒在陈酿过程中通过氧化还原、酯化等化学反应以及橡木桶的作用形成的复杂香气<sup>[7-8]</sup>。在影响葡萄酒风味的诸多因素中,葡萄品种仍然是最核心的决定性因素<sup>[9-11]</sup>。

收稿日期:2025-03-03

修回日期:2025-06-30

基金项目:河北省企业技术创新需求专项(23317101D)

作者简介:朱光华(1985-),男,工程师,硕士,研究方向为葡萄酒酿造工艺。

\*通讯作者:陈佳威(1984-),男,高级工程师,本科,研究方向为酿酒葡萄栽培及葡萄酒酿造工艺。

主要酿酒葡萄品种包括赤霞珠、梅洛、黑皮诺、西拉等,其本身的遗传特性对香气物质起决定性影响<sup>[12-13]</sup>,中国葡萄酒产区主要有宁夏、新疆、胶东半岛、碣石山、沙城等,其中沙城产区具有得天独厚的气候条件、地形优势,葡萄种植历史悠久,常见的红葡萄品种有赤霞珠、马瑟兰、小味儿多、西拉等,其葡萄品种可影响该产区葡萄酒的品质,形成独特的风格<sup>[14]</sup>。目前,关于不同品种葡萄香气特征研究报道较多,逐步建立了不同品种的“香气指纹”图谱。何少华等<sup>[15]</sup>研究表明,宁夏贺兰山东麓美乐和赤霞珠葡萄酒中检出的84种香气物质主要由高级醇类、脂肪酸类、脂肪酸乙酯类物质构成,系统地诠释了该产区两种葡萄酒典型香气特征的物质基础和差异性。艾赛提·阿合旦等<sup>[16]</sup>研究表明,焉耆盆地产区4种甜白葡萄酒中共检出103种挥发性香气成分,其种类相似,但含量有差别,并初步确定了各自的特征香气化合物。孙薇等<sup>[17]</sup>研究表明,宁夏贺兰山东麓金山酿酒葡萄小产区种植的4种葡萄果实品质及葡萄酒品质存在显著差异。目前,鲜见沙城产区不同红葡萄品种所酿葡萄酒的香气特征的研究报道。

本研究以河北沙城产区不同红葡萄品种(马瑟兰、西拉、赤霞珠、小味儿多)酿造的干红葡萄酒为研究对象,利用顶空固相微萃取结合气相色谱-质谱(headspace solid-phase microextraction-gas chromatography-mass spectrometry, HS-SPME-GC-MS)联用技术分别对理化指标和挥发性风味成分进行检测,通过气味活性值(odor activity value, OAV)对不同干红葡萄酒样的关键挥发性风味成分(OAV>1)进行分析,并基于检测结果进行主成分分析(principal component analysis, PCA),以期明确不同葡萄品种干红葡萄酒香气特征及关键挥发性风味物质差异,为该产区干红葡萄酒品质提升提供理论指导。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与试剂

2022年葡萄(马瑟兰、西拉、赤霞珠、小味儿多),其葡萄树龄均为4年;来自河北沙城产区官厅湖北岸延怀河谷子产区。

挥发性风味物质标准品(均为色谱纯):美国Sigma-Aldrich公司;氯化钠(分析纯):国药集团化学试剂有限公司;葡萄糖(分析纯):北京伊诺凯科技有限公司;酒石酸(分析纯):上海麦克林生化科技有限公司;果胶酶(酶活6 700 PGNU/g):法国Laffort公司;焦亚硫酸钾(分析纯):上海鼎唐国际贸易有限公司;乳酸菌(欧诺1):宁夏诺盟生物科技有限公司;酵母菌XR:宁夏诺盟生物科技有限公司。

### 1.2 仪器与设备

二乙基苯/碳分子筛/聚二甲基硅氧烷(DVB/CAR/PDMS)萃取头(50/30 μm):美国Sigma-Aldrich公司;HP-INNOWAX毛细管色谱柱(60 m×0.25 μm×0.25 mm):美国Agilent Technologies公司;8890-5977B气相色谱-质谱联用

仪:安捷伦科技(中国)有限公司;ENOVENETA葡萄除梗破碎设备:北京博瑞致恒科技发展有限公司;不锈钢发酵罐(32 t):石家庄恒昌食品包装机械有限公司。

### 1.3 方法

#### 1.3.1 干红葡萄酒的加工工艺流程及操作要点

葡萄→采收、人工分选→除梗破碎→入罐(加入适量焦亚硫酸钾、果胶酶、单宁)→添加酵母→酒精发酵→皮渣分离→乳酸菌发酵→发酵结束→自然澄清→倒罐、过滤→贮存→成品

葡萄采收、分选:去除青果、霉烂果、干枝干叶及其他杂质,选用成熟度良好的原料,按不同葡萄品种单独入罐。

发酵前处理:将葡萄除梗破碎后获得葡萄浆,其入罐量为罐容量的70%~80%,在入料过程中均添加焦亚硫酸钾40~60 mg/L、果胶酶20 mg/L、单宁200 mg/L(以葡萄浆质量计)。

酒精发酵:于上述物料中添加100 mg/L酵母(以葡萄浆质量计),控温22~28 ℃进行酒精发酵,总糖<4 g/L时酒精发酵结束。

皮渣分离:酒精发酵结束后将发酵液与皮渣进行分离,发酵液单独存放。

乳酸菌发酵:于上述发酵液中加入乳酸菌( $10^6 \sim 10^7$  CUF/mL),发酵温度为18~22 ℃,当苹果酸未检出时,表明苹果酸-乳酸发酵结束。

倒罐、过滤:自然澄清后,进行倒罐,将葡萄酒与酒底分离。调整游离SO<sub>2</sub>质量浓度为30 mg/L,放置酒窖中贮存8~12个月,过滤后装瓶得到干红葡萄酒成品。

#### 1.3.2 理化指标分析

总糖、总酸、挥发酸、干浸出物含量的测定:参照GB/T 15038—2006《葡萄酒、果酒通用试验方法》进行<sup>[18]</sup>;酒精度的检测:参照GB/T 5009.225—2023《食品安全国家标准 酒及食用酒精中乙醇浓度的测定》<sup>[19]</sup>。

#### 1.3.3 挥发性风味物质分析

葡萄酒中挥发性风味物质采用顶空固相微萃取(HS-SPME)结合气相色谱-质谱(GC-MS)联用仪进行分析。

HS-SPME条件:称取1 g氯化钠于15 mL样品瓶中,加入样品5 mL、内标10 μL(4-甲基-2-戊醇,质量浓度1 500 mg/L),迅速用带有聚四氟乙烯隔垫的样品瓶盖拧紧后置于自动进样器样品架上。40 ℃平衡30 min,萃取30 min,使样品瓶中的香气物质达到气-固和气-液平衡;在GC/MS进样口解吸8 min;萃取头老化温度250 ℃,老化时间2 min。

GC条件:采用HP-INNOWAX毛细管色谱柱,载气为高纯度氦气(He)(纯度>99.999%),流速1 mL/min,吹扫流量3 mL/min,采用不分流模式,进样时间1 min,溶剂延迟时间3.5 min,进样口温度250 ℃。升温程序为初始温度50 ℃保持1 min,以2 ℃/min升温至220 ℃保持5 min。MS条件:电离方式为电子电离(electronic ionization, EI)源,离子源温度230 ℃,质谱接口温度250 ℃,质量扫描范围30~350 amu。

定性、定量分析方法:采用与标准物质保留时间(retention time, RT)比对、结合美国国家标准技术研究所(national institute of standards and technology, NIST)14标准谱库检索比对的方法对挥发性香气成分进行定性分析;采用内标法进行定量分析。

### 1.3.4 气味活性值计算及整体香气轮廓构建

气味活性值(OAV)可评价葡萄酒挥发性风味物质对葡萄酒整体香气贡献程度,OAV越大说明该物质对整体香气的贡献越明显,其计算公式如下<sup>[20]</sup>:

$$OAV = \frac{\text{香气物质的质量浓度}}{\text{香气物质的阈值}}$$

OAV>1.0时,表示该物质对葡萄酒香气的贡献明显,为关键香气物质;0.1<OAV≤1.0,表示该物质可以通过叠加或协同作用对香气产生影响;OAV≤0.1时,表示该物质对整体香气的影响可以忽略不计。

为模拟葡萄酒的香气特征,计算每一类挥发性风味物质的总OAV,使用Origin 2024软件对数据进行标准化(归一化)处理取对数后做雷达图,构建葡萄酒的整体香气轮廓。

### 1.3.5 感官评价

组织8位经过感官培训的葡萄酒专业品鉴人员从外观、香气、口感、典型性4个方面对干红葡萄酒进行感官评价,满分100分,以《葡萄酒中国鉴评体系》为评分标准<sup>[21]</sup>,干红葡萄酒感官评价标准见表1。

表1 干红葡萄酒感官评价标准  
Table 1 Sensory evaluation standards of dry red wine

项目	标准	感官评分/分
外观 (10分)	澄清明亮,色泽呈紫红、深红、红微带棕色	10
	澄清,颜色典型	8~9
	无典型干红葡萄酒颜色	5~7
香气 (30分)	浑浊且暗淡	<5
	果香典型、浓郁度高,整体协调	30
	典型果香,令人舒怡	25~29
	果香较弱,但无异香	18~24
口感 (50分)	有腐烂、刺鼻味道	<18
	口感饱满协调、复杂度高	50
	口感较好,酸甜适宜	43~49
	口感一般,酒体轻薄	35~42
典型性 (10分)	口感粗糙,有异味	<35
	风格典型、酒体协调、复杂度高	10
	有一定典型风格,酒体协调	8~9
	典型性一般,风格良好	5~7
	不具有典型性	<5

### 1.3.6 数据统计与分析

使用SPSS Statistics 24.0进行单因素方差分析(analysis of variance, ANOVA),使用Microsoft Excel 2013绘图。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同葡萄品种干红葡萄酒理化指标检测结果

不同葡萄品种干红葡萄酒理化指标检测结果见表2。由表2可知,4个品种的干红葡萄酒理化指标均符合国标GB/T 15037—2006《葡萄酒》规定,且均为干型红葡萄酒(总糖含量≤4 g/L,或者当总糖与总酸的差值≤2 g/L时,总糖含量≤9 g/L);酒精度范围为14.63%vol~15.92%vol,差异不显著( $P>0.05$ ),总糖、总酸、挥发酸、干浸出物含量有一定差异。马瑟兰干红葡萄酒总糖、总酸含量分别为5.82 g/L、7.53 g/L,显著高于其他品种( $P<0.05$ ),可能由于马瑟兰葡萄的品种特性,其果粒小且果皮厚,成熟时糖度可达23~24 °Bx,酸度为6~8 g/L<sup>[22]</sup>。西拉干红葡萄酒挥发酸含量显著高于其他品种( $P<0.05$ ),干浸出物含量显著低于其他品种( $P<0.05$ )。可见,葡萄品种是葡萄酒理化指标的重要影响因素<sup>[23-24]</sup>。

表2 不同葡萄品种干红葡萄酒理化指标检测结果

Table 2 Determination results of physicochemical indexes of dry red wine with different grape varieties

葡萄品种	酒精度/ %vol	总糖/ (g·L <sup>-1</sup> )	总酸/ (g·L <sup>-1</sup> )	挥发酸/ (g·L <sup>-1</sup> )	干浸出物/ (g·L <sup>-1</sup> )
马瑟兰	15.92±0.05a	5.82±0.02a	7.53±0.09a	0.48±0.01b	30.59±1.15a
西拉	14.63±0.05a	4.91±0.00b	6.32±0.05d	0.57±0.00a	27.88±1.05b
赤霞珠	15.12±0.03a	4.44±0.03c	6.64±0.05c	0.39±0.01c	31.58±1.05a
小味儿多	15.30±0.03a	4.40±0.01c	6.80±0.05b	0.38±0.00c	30.99±1.25a

注:同列不同小写字母代表差异显著( $P<0.05$ )。

### 2.2 不同葡萄品种干红葡萄酒挥发性风味物质含量分析

不同葡萄品种干红葡萄酒中挥发性风味物质含量测定结果见表3。由表3可知,4种不同品种干红葡萄酒中共检出23种挥发性香气成分,包括醇类8种,酯类12种,萜烯类3种。马瑟兰干红葡萄酒中共检出18种挥发性风味成分,包括醇类6种,酯类9种,萜烯类3种;西拉干红葡萄酒中检出23种挥发性风味成分,包括醇类8种,酯类12种,萜烯类3种;赤霞珠干红葡萄酒中共检出18种挥发性香气成分,包括醇类6种,酯类9种,萜烯类3种;小味儿多干红葡萄酒中共检出21种挥发性风味成分,包括醇类8种,酯类10种,萜烯类3种。因此,不同葡萄品种干红葡萄酒样品中主要挥发性风味物质为醇类、酯类及萜烯类。马瑟兰、西拉、赤霞珠及小味儿多干红葡萄酒挥发性风味物质含量分别为1.02 g/L、1.27 g/L、0.74 g/L、1.07 g/L。醇类物质含量从高到低依次为小味儿多干红葡萄酒0.91 g/L、西拉干红葡萄酒0.90 g/L、马瑟兰干红葡萄酒0.83 g/L、赤霞珠干红葡萄酒0.60 g/L;酯类物质含量从高到低依次为西拉干红葡萄酒0.34 g/L、马瑟兰干红葡萄酒0.17 g/L、小味儿多干红葡萄酒0.14 g/L、赤霞珠干红葡萄酒0.12 g/L;萜烯类物质含量从高到低依次为西拉干红葡萄酒0.026 g/L、赤霞珠干红葡萄酒0.024 g/L、小味儿

多干红葡萄酒0.020 g/L、马瑟兰干红葡萄酒0.019 g/L。因此,4种干红葡萄酒的挥发性风味物质种类一致,但不同品种干红葡萄酒中各物质的含量存在明显差异,这与傅晓方

等<sup>[28]</sup>研究结果一致。正是这种含量上的差异,使得不同葡萄品种酿造的葡萄酒展现出独特的风味特征,成为葡萄酒风格多样化的主要原因<sup>[29-30]</sup>。

表3 不同葡萄品种干红葡萄酒中挥发性风味物质含量测定结果  
Table 3 Determination results of volatile flavor component contents in dry red wine with different grape varieties

序号	种类	化合物	马瑟兰	西拉	赤霞珠	小味儿多	阈值/( $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) <sup>[29]</sup>	香气描述 <sup>[29]</sup>
A1	醇类	丙醇	306 817.34±2.83b	320 685.31±0.42a	184.82±6.75d	196 118.81±345.09c	306 000	成熟水果
A2		2-甲基丙醇	67 641.71±17.07a	45 439.74±45.28d	63 263.62±56.89b	58 506.00±56.76c	40 000	化学味、淡甜味
A3		丁醇	138 625.27±14.14b	156 300.05±88.07a	101 548.86±345.07d	110 290.68±167.09c	150 000	醇味、草药
A4		3-甲基丁醇	230 893.12±50.08c	190 670.87±60.09d	306 219.14±370.80a	257 813.36±123.09b	30 000	醇味、指甲油味
A5		己醇	72 788.09±1.41c	66 705.24±90.14d	110 163.80±457.09a	101 794.49±56.76b	8 000	青草味,生青味
A6		辛醇	#N/A	1 439.09±43.09a	#N/A	593.71±27.62b	120	茉莉,柠檬
A7		苯甲醇	14 342.02±228.28b	5 295.00±5.82d	14 677.23±58.76a	6 263.81±65.43c	200 000	烘烤香,橡木香
A8		苯乙醇	#N/A	114 678.73±56.98b	#N/A	183 577.32±345.90a	14 000	花香
小计			831 105.56	901 213.04	596 057.47	914 958.18		
B1	酯类	乙酸乙酯	127 109.54±9.9a	126 641.85±98.74b	88 975.76±56.76d	97 225.19±45.87c	12 000	指甲油,苹果味
B2		乙酸异戊酯	#N/A	1 380.29±6.02c	4 106.61±3.45b	7 361.92±4.67a	200	香蕉味
B3		丁酸乙酯	19 978.90±12.83a	19 795.97±45.76a	14 155.00±34.67c	15 340.94±54.36b	400	水果味、菠萝
B4		己酸乙酯	3 095.96±1.41b	8 975.23±6.90a	1 488.75±6.09c	355.39±4.32d	14	香蕉,青苹果
B5		辛酸乙酯	9 880.50±2.83c	35 878.74±67.34a	#N/A	10 160.95±67.08b	580	香蕉、梨、花香
B6		2-甲基丁酸乙酯	#N/A	228.87±0.98a	#N/A	#N/A	18	甜水果,青苹果香
B7		壬酸乙酯	2 190.38±2.68d	2 740.29±6.54b	2 649.36±2.87c	2 970.98±4.57a	1 200	水果、玫瑰
B8		乳酸乙酯	5 026.26±2.79c	138 552.25±98.01a	5 072.84±20.38b	4 798.16±23.22d	14 000	乳酸、覆盆子
B9		辛酸异丁酯	93.29±0.16d	648.31±5.08b	1 084.12±13.45a	205.94±18.97c		柑橘
B10		辛酸甲酯	#N/A	2 311.92±54.08a	#N/A	#N/A	200	黄油、杏仁
B11		辛酸	2 117.96±2.68d	6 292.99±45.87a	2 509.20±20.96b	2 195.56±16.78c	500	水果香、脂肪
B12		癸酸乙酯	124.81±0.08d	599.36±3.25a	195.08±0.98b	184.89±3.42c	200	甜味,蘑菇味
小计			169 616.61	344 046.07	120 236.72	140 799.92		
C1	萜烯类	萜品醇	3 479.12±0.35d	4 751.94±3.42c	11 612.38±58.76a	6 151.53±43.78b	250	青柠檬
C2		香茅醇	6 282.76±0.28b	12 059.99±156.78a	3 767.87±13.47d	5 115.69±23.90c	100	玫瑰花香
C3		香叶基丙酮	9 635.58±42.43a	9 182.89±54.10b	8 679.36±14.56d	8 818.90±34.76c	60	果香
小计			19 397.46	25 994.83	24 059.61	20 086.12		
合计			1 020 119.63	1 271 253.94	740 353.8	1 075 844.22		

注:同行不同小写字母表示差异显著( $P<0.05$ );“#N/A”表示未检出。

### 2.3 关键挥发性风味物质的筛选

不同葡萄品种干红葡萄酒中关键挥发性风味化合物的气味活性值(OAV)见表4。由表4可知,不同葡萄品种干红葡萄酒中的关键挥发性风味化合物共检出21种(OAV>1),其中马瑟兰、西拉、赤霞珠、小味儿多干红葡萄酒的关键挥发性风味物质分别为16种、21种、16种、19种,共有的关键挥发性风味物质有2-甲基丙醇、3-甲基丁醇、己醇、乙酸乙酯、丁酸乙酯、己酸乙酯、壬酸乙酯、辛酸、萜品醇、香茅醇及香叶基丙酮等11种(OAV均>1)。OAV>1的醇类物质有7种,丙醇、辛醇在西拉干红葡萄酒中贡献最大,OAV分别为1.05、11.99,能够带来成熟果香和茉莉等小白花的香气;2-甲基

丙醇在马瑟兰干红葡萄酒中贡献最大,OAV为1.69,能够赋予马瑟兰干红葡萄酒甜香;丁醇在西拉干红葡萄酒中贡献最大,OAV为1.04,能够带来醇味、草药味;3-甲基丁醇和己醇在赤霞珠干红葡萄酒中贡献最大,OAV分别为10.21、13.77,这些物质能够赋予赤霞珠干红葡萄酒醇厚感以及水果和植物的香气;苯乙醇在小味儿多干红葡萄酒中贡献最大,OAV为13.11,能够带来愉悦的花香。OAV>1的酯类物质有11种,乙酸乙酯、丁酸乙酯在赤霞珠干红葡萄酒中贡献最大,OAV分别为10.59、49.95,能够赋予赤霞珠干红葡萄酒果香;己酸乙酯、辛酸乙酯、2-甲基丁酸乙酯、乳酸乙酯、辛酸甲酯、辛酸、癸酸乙酯在西拉干红葡萄酒中贡献最

大,OAV分别为641.09、61.86、12.72、9.90、11.56、12.59、3.00,能够带来香蕉、覆盆子果香,甜香,花香;乙酸异戊酯、壬酸乙酯在小味儿多干红葡萄酒贡献最大,OAV分别为36.81,2.48,能够赋予小味儿多干红葡萄酒香蕉香,玫瑰香。OAV>1的萜烯类物质有3种,香叶基丙酮在马瑟兰干红葡萄酒中

贡献最大,OAV为160.60,能够赋予马瑟兰干红葡萄酒果香,香茅醇在西拉干红葡萄酒中贡献最大,OAV为120.60,能够赋予西拉干红葡萄酒玫瑰花香,萜品醇在赤霞珠干红葡萄酒贡献最大,OAV为46.45,能够赋予赤霞珠干红葡萄酒青柠檬香。

表4 不同葡萄品种干红葡萄酒中关键挥发性风味化合物的气味活性值  
Table 4 Odor activity values of key volatile flavor compounds in dry red wine with different grape varieties

分类	化合物	阈值/ ( $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) <sup>[25]</sup>	OAV				香气描述 <sup>[26]</sup>
			马瑟兰	西拉	赤霞珠	小味儿多	
醇类	丙醇	306 000	1.00	1.05	-	0.64	成熟水果
	2-甲基丙醇	40 000	1.69	1.14	1.58	1.46	化学味、淡甜味
	丁醇	150 000	0.92	1.04	0.68	0.74	醇味、草药
	3-甲基丁醇	30 000	7.70	6.36	10.21	8.59	醇味、指甲油味
	己醇	8 000	9.10	8.34	13.77	12.72	青草味,生青味
	辛醇	120	-	11.99	-	4.95	茉莉,柠檬
	苯乙醇	14 000	-	8.19	-	13.11	花香
	乙酸乙酯	12 000	10.59	10.55	7.41	8.10	指甲油,苹果味
	乙酸异戊酯	200	-	6.90	20.53	36.81	香蕉味
	丁酸乙酯	400	49.95	49.49	35.39	38.35	水果味、菠萝
	己酸乙酯	14	221.14	641.09	106.34	25.38	香蕉,青苹果
	辛酸乙酯	580	17.04	61.86	-	17.52	香蕉、梨、花香
	2-甲基丁酸乙酯	18	-	12.72	-	-	甜水果,青苹果香
	壬酸乙酯	1 200	1.83	2.28	2.21	2.48	水果、玫瑰
酯类	乳酸乙酯	14 000	0.36	9.90	0.36	0.34	乳酸、覆盆子
	辛酸甲酯	200	-	11.56	0.00	-	黄油、杏仁
	辛酸	500	4.24	12.59	5.02	4.39	水果香、脂肪
	癸酸乙酯	200	0.62	3.00	0.98	0.92	甜味,蘑菇味
	萜品醇	250	13.92	19.01	46.45	24.61	青柠檬
	香茅醇	100	62.83	120.60	37.68	51.16	玫瑰花香
	香叶基丙酮	60	160.60	153.05	144.65	146.98	果香
	萜烯类						

2.4 不同葡萄品种干红葡萄酒的香气轮廓图

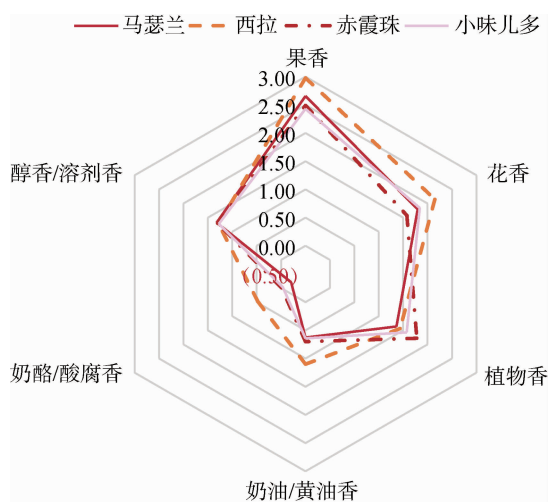


图1 不同葡萄品种干红葡萄酒样品的香气轮廓图

Fig. 1 Aroma profile diagrams of dry red wine samples with different grape varieties

根据香气描述及检测结果,将葡萄酒关键挥发性风味成分分为6类,包括果香、花香、植物香、奶油/黄油香、奶酪/酸腐香、醇香/溶剂香。不同品种干红葡萄酒样品的香气轮廓图见图1。由图1可知,4个葡萄品种的干红葡萄酒在香气类型上具有相似性,但在各类香气的贡献程度上存在差异。其中,西拉干红葡萄酒在花香、果香、奶油/黄油香气类型突出,赤霞珠干红葡萄酒的植物味香气类型突出,而马瑟兰和小味多干红葡萄酒香气特征相似,果香和花香较突出。

2.5 不同葡萄品种干红葡萄酒感官品质分析

不同葡萄品种干红葡萄酒进行感官评分见表5。由表5可知,西拉干红葡萄酒香气得分显著高于其他3种( $P<0.05$ ),赤霞珠干红葡萄酒口感得分显著高于其他3种( $P<0.05$ ),4个葡萄品种干红葡萄酒的外观、整体得分以及总分,不存在显著差异( $P>0.05$ )。从感官评价结果可知,马瑟兰干红葡萄酒突出紫罗兰花香、覆盆子香,西拉干红葡萄酒突出玫瑰花香、甜香,赤霞珠干红葡萄酒突出植物香、醇香,小味儿多干红葡萄酒突出紫罗兰花香,果香,这与上述结论一致。

表5 不同葡萄品种干红葡萄酒的感官评分  
Table 5 Sensory score of dry red wine with different grape varieties

品种	外观/分	香气/分	口感/分	整体/分	总分/分	感官评价
马瑟兰	10.0±0.00a	25.6±0.01c	47.1±0.03b	9.4±0.02a	92.1±0.01a	澄清、深宝石红色,黑樱桃、黑莓、紫罗兰花香,酒体饱满,单宁强劲,余味悠长
西拉	10.0±0.00a	26.4±0.02a	46.5±0.01c	9.3±0.03a	92.2±0.01a	澄清、深宝石红色,黑醋栗、茉莉花香,酒体饱满、单宁细腻、余味悠长
赤霞珠	10.0±0.00a	25.5±0.01c	47.9±0.02a	9.3±0.01a	92.7±0.02a	澄清、深宝石红色,黑醋栗,略带植物香,酒体饱满,单宁强劲,结构感强,余味悠长
小味儿多	10.0±0.00a	26.0±0.02b	47.3±0.01b	9.2±0.02a	92.5±0.02a	澄清、深宝石红色,黑莓、黑李子、花香,酒体饱满,单宁强劲,余味悠长

### 3 结论

本研究以沙城产区马瑟兰、西拉、赤霞珠、小味儿多葡萄为原料酿造干红葡萄酒。结果表明,4个不同葡萄品种干红葡萄酒中酒精度为14.63%vol~15.92%vol( $P>0.05$ ),马瑟兰干红葡萄酒总糖、总酸含量最高,分别为5.82 g/L、7.53 g/L,西拉、赤霞珠干红葡萄酒挥发酸、干浸出物含量最高,分别为0.57 g/L、31.58 g/L;4个葡萄品种干红葡萄酒共检出21种关键挥发性风味物质(OAV>1),其在马瑟兰、西拉、赤霞珠、小味儿多干红葡萄酒中分别为16种、21种、16种、19种。西拉干红葡萄酒的己酸乙酯、辛酸乙酯和萜烯类物质(如香茅醇)OAV较高,赋予其突出的花香和果香;赤霞珠干红葡萄酒的己醇(植物香)和3-甲基丁醇(醇味)OAV较高,呈现草本特征。4个葡萄品种干红葡萄酒的总糖、总酸、挥发酸和干浸出物存在显著差异( $P<0.05$ ),与葡萄品种特性(如果皮厚度、成熟度)及风土条件相关。感官评分显示,4个不同葡萄品种葡萄酒感官评分差异不显著( $P>0.05$ ),但香气风格各具特色:西拉干红葡萄酒以玫瑰花香和甜香为主,赤霞珠干红葡萄酒突出植物香,马瑟兰和小味儿干红葡萄酒多更多的呈现出紫罗兰花香,果香。因此,本研究可为筛选具有突出香气特征的酿酒葡萄品种提供理论支持,为干红葡萄酒的品质提升奠定基础。

### 参考文献:

- [1] WEI J P, ZHANG Y X, YUAN Y H, et al. Characteristic fruit wine production via reciprocal selection of juice and non-*Saccharomyces* species [J]. *Food Microbiol*, 2019, 799(2): 66-74.
- [2] 李华,陶永胜,康文怀,等. 葡萄酒香气成分的气相色谱分析研究进展 [J]. *食品与生物技术学报*, 2006, 25(1): 99-104.
- [3] 姚瑶,张亚飞,刘晓燕,等. 不同产区赤霞珠干红葡萄酒香气成分分析 [J]. *中国酿造*, 2019, 38(7): 178-183.
- [4] ILC T, WERCK-REICHHART D, NAVROT N. Meta-analysis of the core aroma components of grape and wine aroma [J]. *Front Plant Sci*, 2016, 12(7): 1-15.
- [5] ARIAS-PEREZ I, FERRERO-DEL-TESO S, SÁENZ-NAVAJAS M P, et al. Some clues about the changes in wine aroma composition associated to the maturation of "neutral" grapes [J]. *Food Chem*, 2020, 320(2): 126610-126615.
- [6] DE OVALLE S, BRENA B, GONZÁLEZ-POMBO P. Influence of beta glucosidases from native yeast on the aroma of Muscat and Tannat wines [J]. *Food Chem*, 2021, 346: 128899.
- [7] 胡苑,王雅静,张敏,等. 4种酿酒酵母对马瑟兰干红葡萄酒香气成分的影响 [J]. *酿酒科技*, 2021(7): 41-48.
- [8] LAGE P, BARBOSA C, MATEUS B, et al. *H. guilliermondii* impacts growth kinetics and metabolic activity of *S. cerevisiae*: The role of initial nitrogen concentration [J]. *Int J Food Microbiol*, 2014, 172(5): 62-69.
- [9] 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, 12(5): 13-16.
- [10] 刘弈彤,刘期成,李红娟,等. 烟台产区不同品种干红葡萄酒香气差异分析 [J]. *酿酒科技*, 2019(8): 40-47.
- [11] 王佳薇,李映龙,金悦,等. 贺兰山东麓四个品种干白葡萄酒香气成分比较分析 [J]. *农业科学研究*, 2023, 44(2): 90-96.
- [12] GUTH H. Quantitation and sensory studies of character impact odors of different white wine varieties [J]. *J Agr Food Chem*, 1997, 45(8): 3027-3032.
- [13] GURBUZ 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]. *J Agr Food Chem*, 2006, 54(11): 3990-3996.
- [14] 罗建华,刘俊,都振江,等. 河北怀来葡萄酒产业现状与质量调查 [J]. *中外葡萄与葡萄酒*, 2020(4): 62-67.
- [15] 何少华,都振江,商华,等. 贺兰山东麓产区“美乐”和“赤霞珠”葡萄酒香气特征研究 [J]. *中外葡萄与葡萄酒*, 2024(1): 55-64.
- [16] 艾赛提·阿合旦,彭昕,李泽涵,等. 新疆焉耆盆地产区4种甜白葡萄酒中挥发性香气成分分析 [J]. *中国酿造*, 2022, 41(10): 42-48.
- [17] 孙薇,刘成敏,单守明,等. 不同葡萄品种果实品质与葡萄酒香气成分的比较分析 [J]. *南方农机*, 2022, 53(13): 20-25.
- [18] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会. 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.
- [19] 中华人民共和国国家卫生健康委员会,国家市场监督管理总局. GB 5009.225—2023 食品安全国家标准酒和食用酒精中乙醇浓度的测定 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2023.
- [20] 潘秋红,段长青,王军,等. 葡萄酒化学 [M]. 北京: 科学出版社, 2019: 164-167.
- [21] 李华,王华,袁春龙. 葡萄酒品尝学 [M]. 北京: 科学出版社, 2010: 13-21.
- [22] 陈佳威,秦燕飞,孙建平等. 不同产区“马瑟兰”干红与桃红葡萄酒香气成分分析 [J]. *中国酿造*, 2025, 44(4): 104-111.
- [23] 胡丽,卢浩成,胡娟,等. 玛纳斯产区五个白色品种葡萄酒的香气分析 [J]. *中外葡萄与葡萄酒*, 2021, 38(5): 1-7.
- [24] 柴菊华,姚丽萍,王莉,等. “马瑟兰”与“赤霞珠”酿造新鲜型干红葡萄酒的对比试验 [J]. *中国酿造*, 2021, 40(12): 144-148.
- [25] 赵昊,王雪薇,宋晶晶,等. 不同品种葡萄酒香气特征及成分分析 [J]. *中外葡萄与葡萄酒*, 2020(6): 28-33.
- [26] 范玉婷,王学英. 宁夏贺兰山东麓两种葡萄酒香气特征及成分关联分析 [J]. *现代盐化工*, 2019, 46(5): 5-7.
- [27] 薛楚然,陈佳威,张莹辉,等. 不同果肉含量对龙眼干白葡萄酒品质的影响 [J]. *中国酿造*, 2023, 42(12): 178-184.
- [28] 傅晓方,陈佳威,王文祺,等. 橡木制品对龙眼干白葡萄酒风味物质的影响 [J]. *食品研究与开发*, 2024, 45(13): 98-105.
- [29] 赵玉娟. 葡萄酒香气物质及其影响因素研究 [J]. *酿酒科技*, 2015(4): 58-60, 64.
- [30] 陈璐,石俊,张晓蒙,等. 酿酒葡萄品种及产区对贺兰山东麓葡萄酒香气质量的影响研究 [J]. *中国酿造*, 2022, 41(4): 39-45.