

doi:10.12301/spxb202200318

文章编号:2095-6002(2023)01-0135-08

引用格式:李文艳,徐雅强,王凌云,等.户太8号桃红葡萄酒贮藏期香气物质损失及添加剂护香效果分析[J].食品科学技术学报,2023,41(1):135-142.



LI Wenyan, XU Yaqiang, WANG Lingyun, et al. Aroma substances decline of Hutai-8 rose wine during storage and analysis of aroma protection effects of additives treatments[J]. Journal of Food Science and Technology, 2023,41(1):135-142.

户太8号桃红葡萄酒贮藏期香气物质损失及 添加剂护香效果分析

李文艳¹, 徐雅强¹, 王凌云², 许引虎³, 倪学理⁴, 张永刚⁵,
马娜¹, 陶永胜^{1,*}

(1. 西北农林科技大学葡萄酒学院, 陕西 杨凌 712100;

2. 商洛市特色产业与休闲农业指导中心, 陕西 商洛 726000;

3. 安琪酵母股份有限公司, 湖北 宜昌 443000; 4. 陕西甲邑酒庄有限公司, 陕西 三原 713800;

5. 陕西丹凤葡萄酒有限公司, 陕西 丹凤 726200)

摘要: 研究户太8号桃红葡萄酒贮藏期的香气物质变化规律,并比较几种添加剂处理的护香效果,旨在优化设计葡萄酒的陈酿工艺。研究以户太8号桃红葡萄酒为试材,当葡萄酒发酵结束后分别添加适量葡聚糖、没食子酸、甘露糖蛋白和谷胱甘肽处理,而后定期采集酒样,对酒样香气通过仪器和感官进行分析。香气成分采用SPME-GC-MS定性定量分析,香气特征通过感官培训的品评小组量化品评。结果表明:户太8号桃红葡萄酒中共定量出33种香气物质,有9种成分的气味活性值(OAV)大于1,11种成分的OAV在0.1~1.0。贮藏期间,酒样中乙酸酯和中链脂肪酸乙酯含量在贮藏初期急剧下降而后趋于平稳,高级醇含量逐渐升高至平缓,脂肪酸、萜烯类和苯乙基类化合物的含量逐渐升高并在贮藏后期降低。贮藏1年后,葡聚糖处理的酒样中果香酯、苯乙基类以及己(烯)醇类化合物等香气物质含量明显高于其他处理组,而其他处理组之间差异不显著。感官分析也表明,葡聚糖处理组比其他处理组具有更好的温带水果、甜香、花香和小浆果香的香气特征。研究发现,在发酵结束后添加300 mg/L葡聚糖对贮藏期户太8号桃红葡萄酒表现出较好的护香作用。

关键词: 户太8号; 桃红葡萄酒; 香气质量; 添加剂; 葡聚糖

中图分类号: TS262.6

文献标志码: A

我国葡萄总产量多年来居世界首位,葡萄栽培面积位列第二,但是绝大多数葡萄是鲜食葡萄,成熟期集中且不耐贮运,容易出现市场过剩问题,亟待进行深加工^[1-3]。葡萄是适宜酿酒的水果,适度发展新鲜型葡萄酒产业,能够延伸鲜食葡萄产业,提高果农收益,促进一二三产业融合^[4]。户太8号葡萄是

陕西关中地区主栽的鲜食葡萄品种,其品质优良且抗逆性强,既可作鲜食,又可制汁或酿酒^[5-8]。然而,户太8号葡萄的酿造实践显示,由于葡萄果实粒大、皮薄、籽少,花色苷等酚类物质在发酵过程中浸提有限,且葡萄酒中的挥发性物质的种类和含量也低于赤霞珠等酿酒葡萄所酿酒,因此,户太8号葡萄

收稿日期:2022-05-15

基金项目:国家自然科学基金资助项目(31972199);陕西省农业科技创新转化项目(NYKJ-2019-SL)。

第一作者:李文艳,女,硕士研究生,研究方向为葡萄酒风味化学。

*通信作者:陶永胜,男,教授,博士,主要从事葡萄酒酿造与风味化学方面的研究。

更适用于酿造起泡葡萄酒或桃红葡萄酒^[5,9]。此外,户太8号葡萄酒贮藏期间香气损失较快,其货架期低于常用酿酒葡萄所酿的葡萄酒产品^[10]。因此,研究户太8号等鲜食葡萄所酿酒的贮藏期护香工艺具有重要的产业发展技术支撑意义。

近些年来,国内外已有葡萄酒贮藏期使用添加剂处理护香应用的相关文献报道。例如,葡萄酒发酵或贮藏期间酵母自溶释放的甘露糖蛋白能够提高葡萄酒中酒石酸和蛋白质的稳定性,具有保护葡萄酒风味典型性的作用^[11],酵母葡聚糖对葡萄酒风味物质具有大分子的吸附作用,能够影响葡萄酒香气物质的挥发呈香效果^[12-14]。此外,也有学者研究得出,谷胱甘肽可以减缓香气物质在葡萄酒陈酿期间的损失速度^[15],酚酸处理有助于葡萄酒香气的持久性^[16]。但是,上述添加剂处理在鲜食葡萄所酿酒中的应用及护香效果尚不清楚,缺乏数据支撑。本工作研究户太8号桃红葡萄酒贮藏期的香气物质损失的变化规律,并在文献研究基础上,设计了几种添加剂处理应用于户太8号桃红葡萄酒,分析其对葡萄酒贮藏期香气的作用效果,希望为户太8号桃红葡萄酒的贮藏工艺优化提供技术支撑。

1 材料与方法

1.1 葡萄原料与酿酒菌株

户太8号葡萄:欧美杂交品种,2019年8月采自陕西省商洛市户太8号葡萄基地,含糖量175 g/L,总酸含量5.19 g/L(以酒石酸计),卫生状况和成熟度良好。酿酒酵母(*Saccharomyces cerevisiae*),RV002型酵母活性干粉,安琪酵母股份有限公司。

1.2 仪器与设备

HW.SY21-KP8型智能恒温水浴锅,北京长风仪器仪表公司;ME203E型电子天平,上海梅特勒-托利多仪器有限公司;DW-YL270型低温冰箱,中科美菱低温科技有限公司;GC/MS-QP2020型气相色谱-质谱联用仪,日本岛津公司;DB-WAX型毛细管柱,美国安捷伦科技公司。

1.3 实验试剂

葡萄糖、亚硫酸水溶液($w = 6\%$),天津化学试剂公司;甘露糖蛋白MP60(mannoprotein)、葡聚糖(glucan),安琪酵母股份有限公司;没食子酸(gallic acid),质量分数 $\geq 99\%$,北京Sigma-Aldrich公司;还原型谷胱甘肽(L-glutathione),质量分数 $\geq 99\%$,北

京Biotopped公司。

标准品:乙酸乙酯、乙酸异戊酯、乙酸己酯、丁酸乙酯、己酸乙酯、辛酸乙酯、癸酸乙酯、异丁醇、异戊醇、1-己醇、1-庚醇、1-辛醇、异丁酸、己酸、辛酸、癸酸、琥珀酸二乙酯、苯乙醇、苯乙酸乙酯、乙酸-2-苯乙酯、里哪醇、 α -萜品醇、香茅醇、1-己醇、(Z)-3-己烯-1-醇,北京Sigma-Aldrich公司。

1.4 实验方法

1.4.1 葡萄酒酿造方法

采摘正常成熟的户太8号葡萄,除梗破碎后添加60 mg/L SO_2 (1 L葡萄汁中加入1 mL的 $w = 6\%$ 的亚硫酸水溶液),葡萄醪迅速入罐,约5℃温度条件下浸渍12 h,而后温度回升至20℃左右,按照质量分数0.2%接种酿酒酵母启动发酵。酒精发酵温度控制在20~25℃,每天监测葡萄汁比重和温度,添加蔗糖调整最终酒度到(11.5% \pm 0.5%) vol。待发酵液比重下降至1.020时分离葡萄皮渣,发酵液转入干净罐中继续发酵,温度控制在18~20℃,当比重降至0.997,测定还原糖的含量,确认其低于2.0 g/L时,将葡萄酒转入干净罐中,添加60 mg/L SO_2 终止发酵,10℃条件下满罐贮藏。

1.4.2 添加剂处理方法

取满罐密封贮藏的户太8号桃红葡萄酒样品,分别添加300 mg/L葡聚糖(Pu组)^[12]、250 mg/L没食子酸(Aci组)^[16]、300 mg/L甘露糖蛋白(Man组)^[17]和20 mg/L谷胱甘肽(Glu组)添加剂^[18],混合均匀,在室温条件下继续满罐密封贮藏。每隔45 d采样,进行香气成分的仪器分析,贮藏1年后,进行酒样香气成分的测定和香气特征的感官分析。每种添加剂处理设3次重复。

1.4.3 香气成分分析方法

葡萄酒香气成分采用顶空固相微萃取结合气相色谱-质谱联用方法(headspace solid phase micro-extraction combined with gas chromatography-mass spectrometry,HS-SPME-GC/MS)进行分析^[19-20]。

顶空固相微萃取(HS-SPME):萃取纤维为DVB/CAR/PDMS(膜厚50/30 μm ,长2 cm),配有57330-U型联动手柄。在20 mL顶空瓶中加入8 mL稀释4倍的葡萄酒样品和20 μL 内标溶液(2-辛醇,40 $\mu\text{g/L}$),再加入2.0 g NaCl。启动搅拌子,在40℃水浴中平衡15 min,然后插入萃取纤维,在40℃下吸附30 min后立即将萃取头进样至气相色谱进样口(230℃)解析5 min。

GC-MS 条件:色谱柱为 DB-WAX 型毛细管柱 (60 m × 0.25 mm × 0.25 μm)。不分流进样,载气为高纯氮气,流速 1.5 mL/min。柱升温程序:初始温度 40 °C,以 3 °C/min 升高至 130 °C,再以 4 °C/min 上升至 250 °C,并保持 8 min,共运行 60 min。进样口 230 °C,连接杆温度 220 °C,离子源温度 200 °C。质谱检测器为 EI 源,电子源电压 70 eV,全扫描质谱范围 m/z 25 ~ 350 u,扫描频率 0.2 s/次。

定性方法:查询 NIST 2.0 和 Wiley 谱库,并将化合物的保留时间和质谱与标准品比较进行定性分析,对于没有标准品的化合物采用质谱查询定性分析^[20]。

定量方法:用内标-标准曲线法定量,内标物为 2-辛醇,用 5 点法绘制标准曲线,将化合物峰面积与内标物峰面积的比值带入其标准曲线计算可得定量结果,标准曲线见式(1)。对于没有标准品的化合物采用化学结构相似的标准曲线进行计算,见式(1)。

$$y = kx + b. \quad (1)$$

式(1)中, y 为待测化合物在酒中的质量浓度, μg/L; x 为标准品峰面积与 2-辛醇峰面积的比值。

1.4.4 香气特征的感官分析方法

香气特征的感官分析参考赵宇等^[21]的方法。品评小组由经过系统闻香培训的葡萄酒专业的 15 名研究生组成。感官分析实验中,每个酒样重复 2 次,在黑色标准葡萄酒杯中倒入 30 mL 酒样,供试酒样进行随机编号和排序。每位成员在提供的葡萄酒标准香气特征表中选择 3 ~ 5 个特征词汇描述酒样香气,并用“5 点标度法”(1 ~ 5 表示香气特征强度)对香气特征进行评分,计算方法见式(2)。

$$MF = \sqrt{FI}. \quad (2)$$

式(2)中, MF 为某一香气特征的最终量化强度值,%; F 为品评小组对香气特征词汇的使用频率,%; I 为强度平均值,%。

1.5 数据处理

采用单因素方差分析(ANOVA)进行试验数据的差异显著性分析,利用主成分分析(principal component analysis,PCA)研究不同处理对酒样香气物质的影响。数据处理使用 SPSS 20.0 软件进行,运用 Origin Pro 2022 软件绘制数据的变化趋势图。

2 结果与讨论

2.1 贮藏期的香气物质损失

不同品种葡萄果粒的大小和果皮的厚度不一

样,发酵过程中葡萄原料里的香气前体物质经浸渍进入酒中的情况有很大差别^[22]。本研究中,户太 8 号桃红葡萄酒贮藏 1 年后,香气物质定性定量分析结果见表 1。由表 1 可知,户太 8 号桃红葡萄酒中共检出 33 种香气物质,包括酯类 14 种、醇类 9 种、脂肪酸 4 种、萜烯类 4 种、己(烯)醇类化合物 2 种。从含量上分析,户太 8 号葡萄酒香气物质总含量为 166.5 mg/L,发酵香气成分占比较大,其中酯类和醇类化合物分别占总检出挥发性物质含量的 32.1% 和 66.4%。研究结果与 Song 等^[9]的研究结果一致,户太 8 号桃红葡萄酒中的香气物质及其种类低于常用酿酒葡萄所酿葡萄酒。

然而,气味活性值(OAV,质量浓度/阈值)的分析表明,乙酸乙酯、乙酸异戊酯、丁酸乙酯、己酸乙酯、辛酸乙酯、异戊醇、辛酸、苯乙醇和里哪醇的 OAV 大于 1,而乙酸异丁酯、庚酸乙酯、癸酸乙酯、异丁醇、1-庚醇、1-辛醇、异丁酸、乳酸乙酯、苯乙酸乙酯、乙酸-2-苯乙酯和香茅醇的 OAV 为 0.1 ~ 1,说明除了发酵香气成分之外,一些品种香气物质也对最终的户太 8 号葡萄酒香气有重要贡献。

户太 8 号桃红葡萄酒贮藏期间主要的香气物质的变化趋势见图 1。分析图 1 可知,不同添加剂处理对主要香气物质的含量变化有很大差异,但是主要香气物质的变化整体趋势依然很明显。乙酸酯和中链脂肪酸乙酯含量在 1 年期间呈下降趋势,贮藏的前 2 个月下降幅度较大,后期下降趋缓;高级醇含量逐渐升高,到贮藏的中后期逐渐趋于平稳;脂肪酸、萜烯类和苯乙基类化合物含量先增加,而后下降。Vázquez-Pateiro 等^[23]的研究表明,干红葡萄酒中的乙酸酯类物质在 36 个月贮藏期内持续下降,其他挥发性化合物含量在 18 个月以后逐渐下降。本研究中,供试酒样在 1 年贮藏期内,果香酯类物质含量就有较大幅度的下降,所以研究护香工艺对稳定户太 8 号葡萄酒的香气品质、延长产品货架期至关重要。

2.2 添加剂处理的护香效果

研究发现,多糖、单宁、蛋白质等大分子物质因其对小分子香气成分的吸附作用,从而影响香气成分在气-液两相分配系数^[24-25],也会延缓一些香气成分的水解损失^[26-27],但是有研究也发现,这些大分子物质对香气成分的作用会因葡萄品种、葡萄酒类型、葡萄酒澄清度等因素而表现出不一样的效果^[11,17]。由表 1 和图 1 分析可见,本研究中添加剂处理对户太 8 号桃红葡萄酒中香气物质的影响差异

表1 贮藏1年后不同添加剂处理的户太8号桃红葡萄酒中挥发性成分定量分析

Tab.1 Qualitative and quantitative analysis of volatile compounds in Hutai-8 rose wines with different additives treatments after one year storage

<i>t</i> (保留)/ min	挥发性成分	ρ /(mg·L ⁻¹)					阈值 ^[19-20] / (mg·L ⁻¹)	OAV 范围	气味描述
		空白组	Man组	Glu组	Aci组	Pu组			
	乙酸酯	20.19 ± 0.47a	19.54 ± 1.06b	20.55 ± 0.20ab	20.53 ± 0.54a	21.18 ± 0.12a			
7.83	乙酸乙酯*	18.49 ± 0.44ab	17.98 ± 0.98b	18.93 ± 0.17ab	18.85 ± 0.53ab	19.48 ± 0.09a	7.5	>1	果香、甜香
11.30	乙酸异丁酯	0.20 ± 0.00	0.20 ± 0.00	0.20 ± 0.00	0.20 ± 0.00	0.20 ± 0.00	1.6	0.1~1	花香
15.18	乙酸异戊酯*	1.47 ± 0.03	1.33 ± 0.08	1.39 ± 0.03	1.45 ± 0.01	1.47 ± 0.03	0.03	>1	热带水果味
20.93	乙酸己酯*	0.03 ± 0.00	0.03 ± 0.00	0.03 ± 0.00	0.03 ± 0.00	0.03 ± 0.00	0.67	<0.1	温带水果味
	短链脂肪酸乙酯	0.28 ± 0.01a	0.27 ± 0.01b	0.29 ± 0.00a	0.29 ± 0.00a	0.29 ± 0.00a			
12.08	丁酸乙酯*	0.20 ± 0.00	0.19 ± 0.01	0.20 ± 0.00	0.20 ± 0.00	0.21 ± 0.00	0.02	>1	酸果味、草莓味、果香
16.79	(Z)-2-丁烯酸乙酯	0.08 ± 0.00	0.08 ± 0.00	0.08 ± 0.00	0.09 ± 0.00	0.08 ± 0.00	NF		
	中链脂肪酸乙酯	0.83 ± 0.02b	0.80 ± 0.03c	0.83 ± 0.01b	0.86 ± 0.00b	0.92 ± 0.01a			
19.45	己酸乙酯*	0.42 ± 0.01	0.39 ± 0.02	0.41 ± 0.00	0.42 ± 0.00	0.44 ± 0.01	0.014	>1	花香、果香
23.23	庚酸乙酯	0.07 ± 0.00	0.07 ± 0.00	0.07 ± 0.00	0.07 ± 0.00	0.07 ± 0.00	0.2	0.1~1	酒香、果香
26.93	辛酸乙酯*	0.24 ± 0.01	0.23 ± 0.01	0.23 ± 0.00	0.24 ± 0.00	0.27 ± 0.00	0.005	>1	热带水果味
33.74	癸酸乙酯*	0.11 ± 0.00	0.11 ± 0.00	0.12 ± 0.00	0.13 ± 0.00	0.14 ± 0.00	0.2	0.1~1	果香
	高级醇	85.21 ± 2.81a	80.33 ± 4.25b	83.18 ± 0.69ab	86.84 ± 1.96a	86.88 ± 0.84a			
14.18	异丁醇*	13.02 ± 0.53	12.45 ± 0.77	12.84 ± 0.04	13.52 ± 0.41	13.29 ± 0.11	40	0.1~1	乙醇味、指甲油味
18.46	异戊醇*	71.86 ± 2.27	67.56 ± 3.46	70.02 ± 0.65	72.97 ± 1.54	73.24 ± 0.72	30	>1	刺激味、苦杏仁味
22.81	3-甲基-1-戊醇	0.01 ± 0.00	0.01 ± 0.00	0.01 ± 0.00	0.01 ± 0.00	0.01 ± 0.00	5	<0.1	杏仁味、烘烤味
27.45	1-庚醇*	0.29 ± 0.01	0.28 ± 0.01	0.28 ± 0.00	0.30 ± 0.00	0.30 ± 0.00	2.5	0.1~1	甜香
30.94	1-辛醇*	0.01 ± 0.00	0.02 ± 0.00	0.02 ± 0.00	0.01 ± 0.00	0.02 ± 0.00	0.04	0.1~1	柑橘味、玫瑰味
34.21	1-壬醇	0.01 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.01 ± 0.00	0.01 ± 0.00	0.4	<0.1	甜果香
29.61	2-壬醇	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.01 ± 0.00	NF		
37.03	1-癸醇	0.01 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.01 ± 0.00	0.01 ± 0.00	0.4	<0.1	甜味、果香、蜡味
	脂肪酸	2.17 ± 0.08a	1.92 ± 0.12b	1.97 ± 0.14b	2.07 ± 0.09ab	2.09 ± 0.10ab			
31.27	异丁酸*	0.37 ± 0.02	0.33 ± 0.02	0.36 ± 0.03	0.44 ± 0.02	0.39 ± 0.03	2.3	0.1~1	奶酪味、黄油味、破败味
34.50	3-甲基戊酸	0.31 ± 0.02	0.26 ± 0.02	0.27 ± 0.02	0.29 ± 0.02	0.28 ± 0.03	NF		
43.51	辛酸*	1.01 ± 0.03	0.90 ± 0.06	0.92 ± 0.07	0.93 ± 0.04	0.96 ± 0.03	0.5	>1	奶酪味、脂肪味、破败味
48.31	癸酸*	0.47 ± 0.02	0.43 ± 0.02	0.41 ± 0.02	0.41 ± 0.01	0.46 ± 0.01	10	<0.1	脂肪味
	其他酯	32.04 ± 1.27cd	30.22 ± 1.26d	33.88 ± 0.87ab	32.41 ± 0.61bc	34.43 ± 0.88a			
23.57	乳酸乙酯*	30.84 ± 1.15	29.49 ± 1.19	32.86 ± 0.80	31.21 ± 0.57	33.19 ± 0.78	150	0.1~1	乳香
34.91	琥珀酸二乙酯*	1.20 ± 0.11	0.72 ± 0.07	1.01 ± 0.08	1.19 ± 0.04	1.24 ± 0.10	200	<0.1	酒香
	苯乙基类	25.50 ± 1.14b	23.46 ± 0.82c	25.84 ± 0.86b	24.91 ± 0.55b	27.79 ± 0.43a			
40.88	苯乙醇*	25.40 ± 1.14	23.37 ± 0.82	25.75 ± 0.86	24.82 ± 0.55	27.69 ± 0.43	10	>1	玫瑰味、花粉味
38.05	苯乙酸乙酯*	0.01 ± 0.00	0.01 ± 0.00	0.01 ± 0.00	0.01 ± 0.00	0.01 ± 0.00	0.073	0.1~1	玫瑰味、花香
38.83	乙酸-2-苯乙酯*	0.09 ± 0.00	0.08 ± 0.00	0.08 ± 0.00	0.08 ± 0.00	0.09 ± 0.00	0.25	0.1~1	花香
	萜烯类	0.10 ± 0.00a	0.09 ± 0.00b	0.09 ± 0.00a	0.10 ± 0.00a	0.09 ± 0.00b			
30.62	里哪醇*	0.03 ± 0.00	0.03 ± 0.00	0.03 ± 0.00	0.04 ± 0.00	0.04 ± 0.00	0.025	>1	花香、柑橘香
32.82	4-萜烯醇	0.02 ± 0.00	0.02 ± 0.00	0.02 ± 0.00	0.01 ± 0.00	0.02 ± 0.00	0.25	<0.1	花香
35.59	α -萜品醇*	0.01 ± 0.00	0.01 ± 0.00	0.02 ± 0.00	0.01 ± 0.00	0.01 ± 0.00	0.25	<0.1	甜味、花香
37.16	香茅醇*	0.03 ± 0.00	0.02 ± 0.00	0.02 ± 0.00	0.03 ± 0.00	0.02 ± 0.00	0.1	0.1~1	柑橘、花香
	己(烯)醇类	0.05 ± 0.00b	0.05 ± 0.00ab	0.05 ± 0.00b	0.05 ± 0.00b	0.06 ± 0.00a			
23.76	1-己醇*	0.02 ± 0.00	0.02 ± 0.00	0.02 ± 0.00	0.02 ± 0.00	0.02 ± 0.00	8	<0.1	生青味
24.99	(Z)-3-己烯-1-醇*	0.03 ± 0.00	0.03 ± 0.00	0.03 ± 0.00	0.03 ± 0.00	0.04 ± 0.00	0.4	<0.1	生青味
	总计	166.5 ± 5.8ab	156.5 ± 7.56b	166.3 ± 2.8ab	167.6 ± 3.8ab	173.2 ± 2.4a			

同行数字后的不同小写字母代表不同处理组间数据有显著性差异(Duncan检验, $P < 0.05$); NF表示未查询到相似基质中物质的阈值报道;由于己(烯)醇类化合物的香气特征为生青味,是葡萄酒中一类独特的香气成分,故单独归为一类;带*挥发性成分为采用标准品进行定量和定性的化合物,没有标准品的化合物将其代入相似结构的标准曲线进行定量,其中乙酸异丁酯代入乙酸异戊酯,(Z)-2-丁烯酸乙酯代入丁酸乙酯,庚酸乙酯代入辛酸乙酯,3-甲基-1-戊醇代入异戊醇,1-壬醇、2-壬醇和1-癸醇代入1-辛醇,3-甲基戊酸代入己酸,4-萜烯醇代入 α -萜品醇的标准曲线。

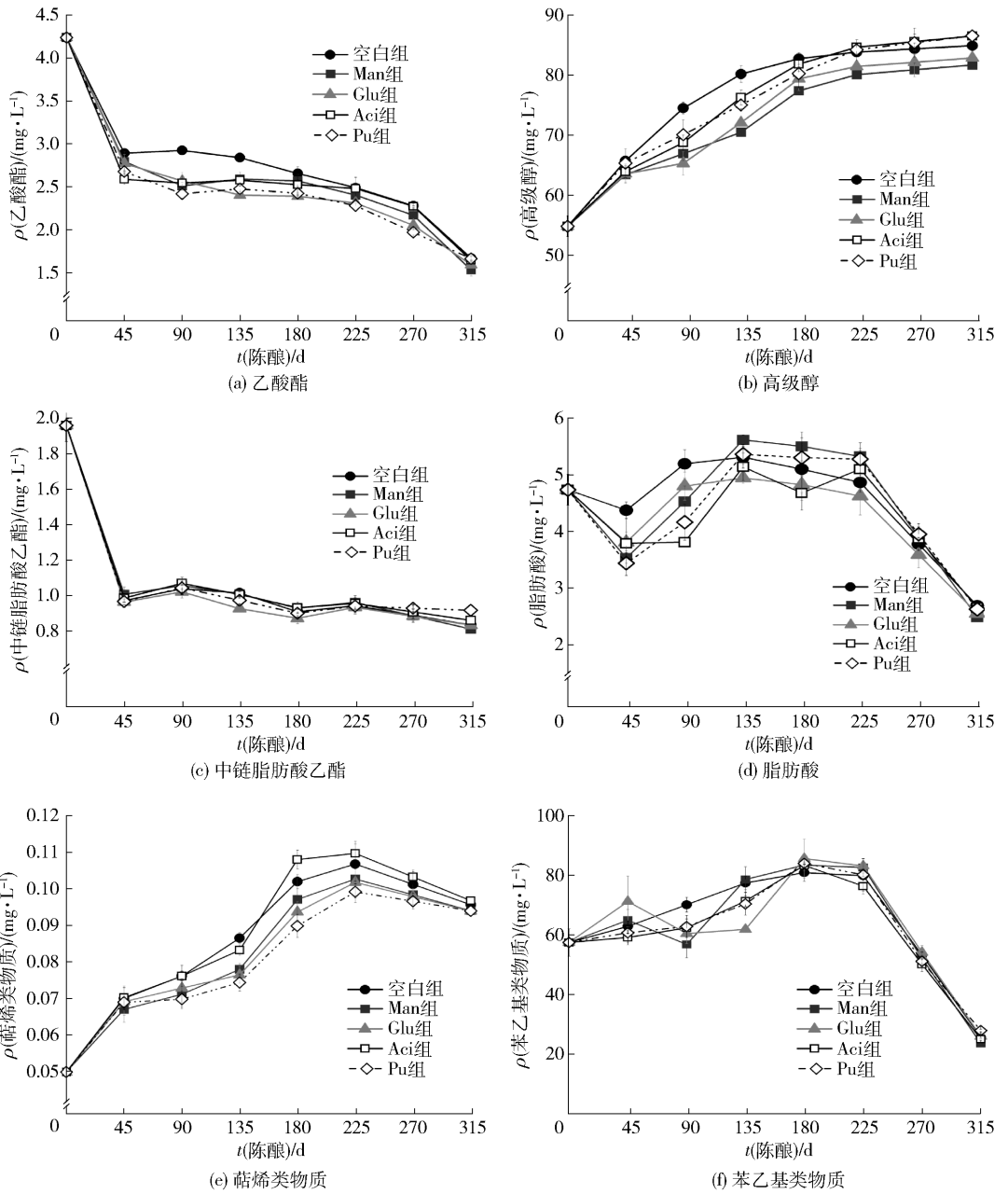


图1 户太8号桃红葡萄酒1年贮藏期间主要香气物质的含量变化

Fig.1 Changes of major aroma compounds contents in Hutai-8 rose wines during one year storage

明显。与对照相比,葡聚糖处理(Pu组)酒样的中链脂肪酸乙酯、其他酯类(乳酸乙酯、琥珀酸二乙酯)、苯乙基类和己(烯)醇类化合物含量($P < 0.05$)较高,比对照分别高出10.84%、7.46%、8.98%、20.00%,而其他处理与对照之间的总体差异不显著。

为进一步揭示不同处理对贮藏1年酒样香气物质含量的整体影响,采用主成分分析(PCA)对不同添加剂处理酒样中的主要香气物质含量数据进行统计分析,结果见图2。由图2可知,香气物质主要分

布于PC1的正向端,没食子酸处理(Aci组)酒样与对照组酒样距离较近,说明该处理对酒样香气物质含量的整体影响较低。谷胱甘肽处理(Glu组)虽处于PC2的负向端,但其与对照在关键主成分PC1上的位置一致,说明该处理对酒样香气物质的整体影响不大。甘露糖蛋白处理(Man组)在PC1和PC2的负向端,远离主要香气物质的区域,说明其对户太8号酒样香气物质的整体影响是负面的,与对照相比显著降低了主要香气物质的含量。葡聚糖处理(Pu组)酒样处于PC1的正向端,与主要香气物质

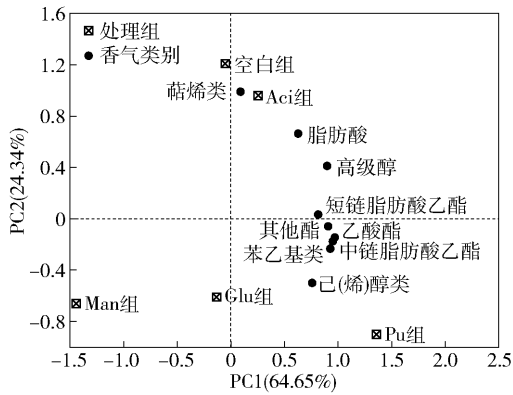


图2 贮藏1年后酒样中主要香气物质在前两个主成分上的载荷及不同添加剂处理酒样的分布

Fig.2 Loadings of wine major aroma substances after one year storage in first two PCs and wine distributions of different additives treatments

区域的距离最近,与对照相比葡聚糖处理(Pu组)中乙酸酯、中链脂肪酸乙酯、苯乙基类和己(烯)醇类化合物的含量显著提高,说明葡聚糖处理(Pu组)具有更好的护香作用。

本研究对几种添加剂处理酒样进行了香气特征的感官量化品评,供试酒样香气特征的感官量化分析结果见图3。户太8号桃红葡萄酒经贮藏1年后,其温带水果香、酸果香、花香及甜香类香气的MF值均在50%以上,植物香类香气特征的MF值最低。添加剂处理对酒样香气特征具有影响,其中,与对照组相比葡聚糖处理(Pu组)护香的效果最为明显,该处理酒样的温带水果、甜香、花香和小浆果类香气特征均比对照组的好,其中花香和小浆果类香气的MF值在所有酒样中均为最高。葡萄酒香气的感官分析结果与香气物质的分析结果一致。

3 结论

户太8号桃红葡萄酒的香气物质在含量上以发酵香气物质为主,但气味活性值分析表明,来源于葡萄原料的一些品种香气物质也对葡萄酒的香气有所贡献。研究发现,贮藏期供试葡萄酒样品中的发酵果香酯类物质含量均有不同程度的下降,而萜烯类品种香气物质先升高后下降,总体略有提高。相比对照组,葡聚糖处理(Pu组)具有减缓香气物质水解损失的护香效果,而其他添加剂处理效果一般。感官分析结果也证实了葡聚糖处理(Pu组)在香气特征上的护香效果。本研究结果可为鲜食葡萄所酿酒

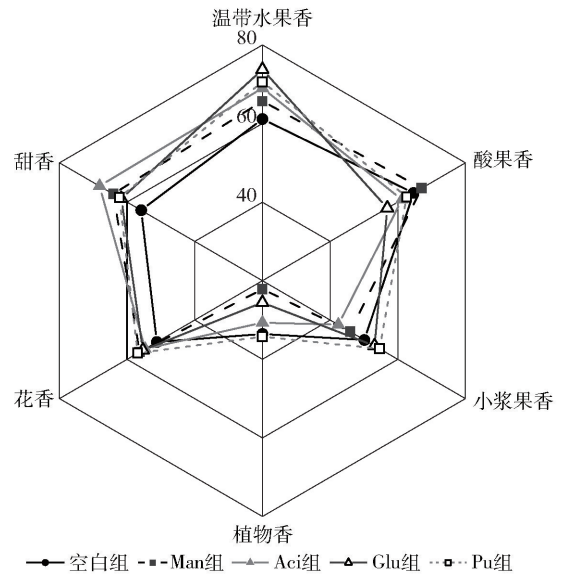


图3 不同添加剂处理户太8号桃红葡萄酒贮藏1年后的主要香气特征的MF值

Fig.3 MF values of main aroma characteristics in Hutai-8 rose wines with different additives treatments after one year storage

的护香技术开发贡献实践经验,为户太8号等鲜食葡萄酿酒的工艺优化提供技术支持。

参考文献:

- [1] 刘俊,晁无疾,亓桂梅,等.蓬勃发展的中国葡萄产业[J].中外葡萄与葡萄酒,2020,229(1):1-8.
LIU J, CHAO W J, QI G M, et al. Booming development of Chinese grape industry[J]. Sino-Overseas Grapevine & Wine, 2020, 229(1): 1-8.
- [2] 刘勋菊,王丽,吴思澜,等.亚洲葡萄酒市场格局及中国葡萄酒产业前景分析[J].中外葡萄与葡萄酒,2021,236(2):68-74.
LIU X J, WANG L, WU S L, et al. Analysis of Asian wine market and prospects of Chinese wine industry[J]. Sino-Overseas Grapevine & Wine, 2021, 236(2): 68-74.
- [3] 田伟,刘伟.烟台鲜食葡萄产业中存在的问题及发展对策[J].中外葡萄与葡萄酒,2021,236(2):75-78.
TIAN W, LIU W. Problems and countermeasures on table grape industry in Yantai[J]. Sino-Overseas Grapevine & Wine, 2021, 236(2): 75-78.
- [4] 孙君宏,刘晨.乡村振兴视角下中国葡萄酒产业融合发展探析[J].中外葡萄与葡萄酒,2021,238(4):100-104.
SUN J H, LIU C. Analysis on integrated development of Chinese wine industry from perspective of rural revitalization[J]. Sino-Overseas Grapevine & Wine, 2021,

- 238(4): 100-104.
- [5] 都晗, 梁艳英, 王鑫, 等. 酿酒和鲜食葡萄酿造起泡葡萄酒品质差异研究[J]. 中国酿造, 2018, 37(12): 22-27.
DU H, LIANG Y Y, WANG X, et al. Quality difference in sparkling wines fermented by wine grape and table grape[J]. China Brewing, 2018, 37(12): 22-27.
- [6] 邢文艳, 苗小龙, 王婷. 西安地区户太8号葡萄的发展优势及对策[J]. 现代农业科技, 2011, 543(1): 391-393.
XING W Y, MIAO X L, WANG T. Development advantages and countermeasures of Hutai 8 grape in Xi'an area [J]. Modern Agricultural Science and Technology, 2011, 543(1): 391-393.
- [7] 孔繁超, 梁银丽, 高德凯, 等. 不同鲜食葡萄品种品质差异性分析[J]. 北方园艺, 2016, 365(14): 22-25.
KONG F C, LIANG Y L, GAO D K, et al. Quality difference analysis on different varieties of table grapes [J]. Northern Horticulture, 2016, 365(14): 22-25.
- [8] YAO H, JIN X Q, FENG M X, et al. Evolution of volatile profile and aroma potential of table grape Hutai-8 during berry ripening [J]. Food Research International, 2021, 143: 110330.
- [9] SONG C Z, ZUO L L, SHI P B, et al. Aroma characterization of Chinese Hutai-8 wines: comparing with Merlot and Cabernet Sauvignon wines [J]. Scientia Horticulturae, 2015, 194: 237-245.
- [10] 唐婉莹, 陈环, 赵敏, 等. 9种鲜食葡萄酿制葡萄酒的品质研究[J]. 中国酿造, 2020, 39(3): 43-46.
TANG W Y, CHEN H, ZHAO M, et al. Wine quality with nine cultivars of table grape [J]. China Brewing, 2020, 39(3): 43-46.
- [11] JUEGA M, NUNEZ Y P, CARRASCOSA A V, et al. Influence of yeast mannoproteins in the aroma improvement of white wines [J]. Journal of Food Science, 2012, 77(8): M499-M504.
- [12] 李洁春, 宋欣芫, 杨学山, 等. 水溶性 β -葡聚糖对霞多丽干白葡萄酒香气的影响[J]. 食品与发酵工业, 2021, 442(22): 134-140.
LI J C, SONG X Y, YANG X S, et al. Effects of water-soluble β -glucan on aroma compounds of Chardonnay dry white wine [J]. Food and Fermentation Industries, 2021, 442(22): 134-140.
- [13] DUFOUR C, BAYONOVE C L. Influence of wine structurally different polysaccharides on the volatility of aroma substances in a model system[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1999, 47(2): 671-677.
- [14] 尹宁宁, 许引虎, 李敏, 等. 不同酵母多糖对蛇龙珠干红葡萄酒品质的影响[J]. 食品与生物技术学报, 2018, 37(6): 646-654.
YIN N N, XU Y H, LI M, et al. Effect of yeast polysaccharide on the quality of wine Cabernet Gernischt dry red [J]. Journal of Food Science and Biotechnology, 2018, 37(6): 646-654.
- [15] TOMASEVIC M, GRACI N L, CURKO N, et al. Impact of pre-fermentative maceration and yeast strain along with glutathione and SO_2 additions on the aroma of *Vitis vinifera* L. Pošip wine and its evaluation during bottle aging [J]. LWT-Food Science and Technology, 2017, 81: 67-76.
- [16] WANG X J, LI Y K, SONG H C, et al. Phenolic matrix effect on aroma formation of terpenes during simulated wine fermentation: part I: phenolic acids[J]. Food Chemistry, 2021, 341: 128288.
- [17] RINALDI A, COPPOLA M, MOIO L. Aging of Aglianico and Sangiovese wine on mannoproteins: effect on astringency and colour [J]. LWT-Food Science and Technology, 2019, 105: 233-241.
- [18] 苏静, 龚荣. 葡萄酒酿造过程中谷胱甘肽的研究进展[J]. 食品科学, 2020, 41(7): 283-291.
SU J, GONG R. Recent advances in understanding glutathione during wine-making process [J]. Food Science, 2020, 41(7): 283-291.
- [19] 马娜, 王星晨, 孔彩琳, 等. 胶红酵母与酿酒酵母共发酵对干红葡萄酒香气与色泽的影响 [J]. 食品科学, 2021, 42(2): 97-104.
MA N, WANG X C, KONG C L, et al. Effect of mixed culture fermentation with *Rhodotorula mucilaginosa* and *Saccharomyces cerevisiae* on the aroma and color of red wine [J]. Food Science, 2021, 42(2): 97-104.
- [20] KONG C L, LI A H, SU J, et al. Flavor modification of dry red wine from Chinese spine grape by mixed fermentation with *Pichia fermentans* and *S. cerevisiae* [J]. LWT-Food Science and Technology, 2019, 109: 83-92.
- [21] 赵宇, 沙青, 孔彩琳, 等. 西北地区干红葡萄酒质量相关理化指标的判别功能解析 [J]. 食品科学技术学报, 2021, 39(3): 129-139.
ZHAO Y, SHA Q, KONG C L, et al. Discriminant analysis of physicochemical indexes related to quality of dry red wines from northwest China [J]. Journal of Food Science and Technology, 2021, 39(3): 129-139.
- [22] GONZALEZ-BARREIRO C, RIAL-OTERO R, CANCHO-GRANDE B, et al. Wine aroma compounds in grapes: a critical review [J]. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 2015, 55(2): 202-218.
- [23] VAZQUEZ-PATEIRO I, ARIAS-GONZALEZ U, MIRAS-AVALOS J M, et al. Evolution of the aroma of Treixadura wines during bottle aging [J]. Foods, 2020,

- 9(10): 1–13.
- [24] VILLAMOR R R, ROSS C F. Wine matrix compounds affect perception of wine aromas[J]. *Annual Review of Food Science and Technology*, 2013, 4: 1–20.
- [25] SWIEGERS J H, BARTOWSKY E J, HENSCHKE P A, et al. Yeast and bacterial modulation of wine aroma and flavour[J]. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 2005, 11(2): 139–173.
- [26] 李宁宁, 张波, 牛见明, 等. 发酵前咖啡酸和迷迭香酸添加对干红葡萄酒颜色与香气的影响[J]. *食品与发酵工业*, 2020, 46(10): 132–140.
- LI N N, ZHANG B, NIU J M, et al. The influence of pre-fermentative addition of caffeic acid and rosmarinic acid on the color and aroma compounds of dry red wines [J]. *Food and Fermentation Industries*, 2020, 46(10): 132–140.
- [27] 齐转宁, 许引虎, 安长红, 等. 谷胱甘肽酵母衍生物制剂对“维欧妮”干白葡萄酒品质的影响[J]. *食品与发酵工业*, 2019, 45(7): 157–164.
- QI Z N, XU Y H, AN C H, et al. Impacts of glutathione-enriched inactive dry yeast preparations on the quality of “Viognier” dry white wine[J]. *Food and Fermentation Industries*, 2019, 45(7): 157–164.

Aroma Substances Decline of Hutai-8 Rose Wine During Storage and Analysis of Aroma Protection Effects of Additives Treatments

LI Wenyan¹, XU Yaqiang¹, WANG Lingyun², XU Yinhu³, NI Xueli⁴,
ZHANG Yonggang⁵, MA Na¹, TAO Yongsheng^{1,*}

(1. College of Enology, Northwest A&F University, Yangling 712100, China;

2. Shangluo Characteristic Industry and Leisure Agriculture Guidance Center, Shangluo 726000, China;

3. Angel Yeast Co Ltd, Yichang 443000, China;

4. Shaanxi Jiayi Winery Co Ltd, Sanyuan 713800, China;

5. Shaanxi Danfeng Wine Co Ltd, Danfeng 726200, China)

Abstract: The aroma substances change pattern of Hutai-8 rose wine during storage and the aroma protection effects of some additives were studied, which was useful to optimize the wine aging technology. Hutai-8 rose wine was added with glucan, gallic acid, mannoprotein, and glutathione respectively after alcohol fermentation. Wine samples were collected regularly, and aroma of samples was detected by instrumental and sensory analysis. The aroma substances were qualitatively and quantitatively analyzed by SPME–GC–MS and aroma characteristics were evaluated by a well-trained tasting panel. The result showed that a total of 33 aroma substances were detected in Hutai-8 rose wine, among which the odor activity value (OAV) of 9 aroma components was greater than 1, and the OAV of 11 aroma components was between 0.1 and 1.0. During the storage, the concentration of acetates and medium chain fatty acid ethyl esters decreased sharply at the beginning of the storage period and then leveled off. Higher alcohols gradually increased and then reached a plateau. Fatty acid, terpenes and phenethyl compounds gradually increased and then decreased at the end of the storage period. After one year storage, the contents of fruity esters, phenethyl compounds and hexene alcohols compounds in glucan treatment were obviously higher than those in other treatments whose differences were not significant. Sensory analysis also showed that glucan treatment had better aroma characteristics of temperate fruits, sweet, flowers and small berries than that of other wines. It was concluded that the treatment of 300 mg/L glucan showed good potential to protect the aroma of Hutai-8 wines during storage.

Keywords: Hutai-8; rose wine; aroma quality; additives; glucan