

文章编号:1000-8551(2020)10-2271-09

# 不同浸渍工艺对贵人香干白葡萄酒香气品质的影响

杨学山<sup>1,2</sup> 刘琦<sup>2,3</sup> 段卫朋<sup>1,2</sup> 宋茹茹<sup>1,2</sup> 韩舜愈<sup>1,2</sup> 祝霞<sup>1,2,\*</sup>

(<sup>1</sup>甘肃农业大学食品科学与工程学院,甘肃 兰州 730070;<sup>2</sup>甘肃省葡萄与葡萄酒工程学重点实验室,甘肃 兰州 730070;<sup>3</sup>甘肃农业大学生命科学技术学院,甘肃 兰州 730070)

**摘要:**为提升贵人香干白葡萄酒的香气品质,以澄清汁发酵工艺(CQ)为对照,利用顶空固相微萃取结合气相色谱质谱联用技术(HS-SPME/GC-MS)检测浸渍工艺(JZ)和浸渍澄清工艺(JC)处理发酵酒样中的挥发性香气化合物。结果表明,浸渍处理可以明显增加葡萄酒中香气物质的含量。与CQ相比,JZ和JC对发酵酒样中品种香气物质的含量影响显著( $P < 0.05$ ),萜烯类化合物含量分别增加1.86、1.01倍,且JC酒样中醇类、酯类香气物质含量最高,分别为 $4\ 799.38\ \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 和 $5\ 013.28\ \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 。主成分分析结合感官评价结果表明,JZ和JC酒样的花香特征相似,且JC酒样的热带水果香气以及醇香特征更为明显;与CQ相比,JC发酵酒样香气优雅、纯正,口感平衡。综合分析,浸渍澄清工艺(JC)可有效提升甘肃河西产区贵人香干白葡萄酒的香气品质。本研究结果可为干白葡萄酒增香酿造提供技术支持。

**关键词:**浸渍;香气化合物;贵人香;干白葡萄酒

DOI:10.11869/j.issn.100-8551.2020.10.2271

酿酒葡萄果皮中存在的香气化合物及其前体物质是葡萄酒品种香气的重要来源,浸渍处理可使更多游离态和结合态香气物质进入葡萄汁,并在发酵过程中经一系列生物转化,进而丰富和彰显葡萄酒的香气风格和产地特征<sup>[1-2]</sup>。目前干白葡萄酒酿造方式主要以澄清汁发酵为主<sup>[3]</sup>,其优势在于可以减少发酵汁中的固体悬浮物数量,避免葡萄汁过度氧化,从而确保干白葡萄酒口感清爽,但此方式失去了浸渍工艺给葡萄酒品质带来的诸多益处<sup>[4-5]</sup>,如增加风味的复杂度、酒体的结构感等。近年来已有文献报道,干白葡萄酒发酵前恰当的浸渍处理对品种香气提升显著<sup>[6-7]</sup>。王志锋等<sup>[8]</sup>研究了带皮浸渍对雷司令(Riesling)干白葡萄酒品质的影响,结果发现低温浸渍可延长酒精发酵时间,并且在冷浸渍(48 h)及18℃发酵条件下获得的葡萄酒香气成分更复杂、浓郁。Stanka等<sup>[9]</sup>研究浸渍时间和浸渍温度对于干白葡萄酒香气影响时发现,10℃浸渍20 h获得的葡萄酒样香气品质最佳。Sokolowsky等<sup>[10]</sup>研究发现带皮浸渍有利于增加雷司令葡萄酒中花香、果香等品种香气,但其他品种,如霞多丽

(Chardonnay)、长相思(Sauvignon Blanc)等经浸渍处理后香气品质提升并不显著。杨沫等<sup>[11]</sup>研究发现,冷浸渍处理后干白葡萄酒香气物质总量显著增加,其中酯类香气物质含量增幅较大,如己酸乙酯、2-己烯酸乙酯、辛酸乙酯、棕榈酸乙酯等脂肪酸乙酯含量显著增加,且浸渍时间越长,香气物质含量增加越明显。Sun等<sup>[12]</sup>研究酿造工艺对酒样香气品质的影响发现,经冷浸渍处理后的酒样中己酸乙酯、丁酸乙酯、苯甲醛、芳樟醇等芳香化合物的含量升高,果香味更加浓郁。

甘肃河西走廊葡萄酒产区以沙质土壤为主,矿物质含量丰富,干旱少雨,昼夜温差大,非常适宜种植贵人香(Italian Riesling)酿酒葡萄,但由于受酿造工艺雷同、香气物质合成释放不充分等因素的影响,企业生产的贵人香干白葡萄酒存在品种香气不突出,缺乏风格特征等问题<sup>[13-14]</sup>。因此,本试验以贵人香酿酒葡萄为原料,利用顶空固相微萃取结合气相色谱质谱联用技术(headspace solid phase micro-extraction combined with gas chromatography-mass, HS-SPME/GC-MS)检测发酵酒样中的挥发性香气化合物,探讨不同浸渍工艺处理

收稿日期:2019-06-14 接受日期:2019-09-11

基金项目:国家自然科学基金地区基金项目(31660455、31760454),甘肃省重点研发计划项目(17YF1NA060),甘肃省葡萄酒产业发展基金项目(20180820-07、20180820-08)

作者简介:杨学山,男,副教授,主要从事葡萄酒酿造微生物及风味品质调控研究。E-mail:yangxs@gsau.edu.cn

\*通讯作者:祝霞,女,副教授,主要从事葡萄与葡萄酒风味品质调控研究。E-mail:zhux@gsau.edu.cn

对贵人香干白葡萄酒香气品质的影响,以期为提升甘肃河西走廊产区干白葡萄酒香气品质提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

贵人香酿酒葡萄,2018年10月采自甘肃武威莫高酿酒葡萄种植基地,总糖含量  $239 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ ,总酸含量  $6.47 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ (以酒石酸计);LA-FR酿酒酵母菌株,上海鼎唐国际贸易有限公司;果胶酶( $50\,000 \text{ U} \cdot \text{g}^{-1}$ ),法国LAFFORT公司;偏重亚硫酸钠、氯化钠等,均为分析纯,天津光复精细化工研究所。

### 1.2 主要仪器与设备

PAL-2数显手持糖度计,日本爱宕 ATAGO 公司;LRH-150生化培养箱,上海一恒科学仪器有限公司;DVB/CAR-PDMS顶空固相微萃取装置( $50/30 \mu\text{m}$ ),上海安谱科学仪器有限公司;DF-2集热式磁力搅拌器,常州市亿能实验仪器厂;TRACE 1310-ISQ气相色谱质谱仪、ISQ型单四极杆质谱仪,美国 Thermo Scientific 公司;WineScan™,福斯华(北京)科贸有限公司。

### 1.3 试验方法

1.3.1 贵人香干白葡萄酒酿造工艺 贵人香酿酒葡萄→除梗、粒选→破碎→添加果胶酶和二氧化硫→(浸渍)→皮渣分离→低温澄清→接种酿酒酵母→酒精发酵结束<sup>[15]</sup>。

1.3.2 酿酒酵母菌株活化 按产品说明书推荐方法对 LA-FR 酿酒酵母菌株进行活化。将活性干酵母溶于10倍体积无菌水中,37℃静置溶解20 min,再加入等体积澄清后的贵人香葡萄酒于28℃活化25 min,待接种使用。

1.3.3 不同浸渍工艺处理方式 传统工艺,即澄清汁发酵工艺(CQ)<sup>[16]</sup>:将采摘的贵人香酿酒葡萄除梗、粒选后进行人工破碎处理,添加  $20 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 果胶酶、 $60 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{ SO}_2$ (以偏重亚硫酸钠的形式添加,下同),皮渣分离,低温( $10^\circ\text{C}$ )澄清24 h后,取上层澄清汁,装入2.5 L棕色玻璃瓶,装液量为90%,按推荐用量( $0.2 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ )接种酿酒酵母,18℃条件下发酵,至酒精发酵结束。试验重复3次。该处理为对照组。

浸渍工艺(JZ)<sup>[17]</sup>:将采摘的贵人香酿酒葡萄除梗、粒选后进行人工破碎处理,添加  $20 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 果胶酶、 $60 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{ SO}_2$ ,带皮低温( $10^\circ\text{C}$ )浸渍24 h后皮渣分离,将分离得到的葡萄汁装入2.5 L棕色玻璃瓶,其余操作同CQ工艺,试验重复3次。

浸渍澄清工艺(JC):将采摘的贵人香酿酒葡萄除梗、粒选后进行人工破碎处理,添加  $20 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 果胶酶和  $60 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1} \text{ SO}_2$ ,带皮低温( $10^\circ\text{C}$ )浸渍24 h后皮渣分离,再将葡萄汁低温( $10^\circ\text{C}$ )澄清24 h后,取上层澄清汁,其余操作同CQ工艺,试验重复3次。

1.3.4 不同浸渍工艺处理的发酵动力学比较 在葡萄汁中接入 LA-FR 酵母菌株后,每隔2 h取样,分别测定总糖含量,判定启酵时间。在酒精发酵过程中,每隔12 h分别测定3个处理酒样中的总糖含量,直至酒精发酵结束(总糖 $\leq 4 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ )。

1.3.5 理化指标测定 发酵酒样酒精度、总酸含量、挥发酸含量、pH值、总糖含量、总酚含量等基本理化指标均使用 WineScan™ 分析仪测定。

1.3.6 挥发性香气化合物萃取与检测 参照祝霞等<sup>[18]</sup>的方法,利用 HS-SPME/GC-MS 对酒样中的挥发性香气化合物进行定性定量分析,其中 HS-SPME 主要用于香气成分萃取,GC-MS 用于香气物质定性定量分析。

香气成分萃取:取8 mL待测发酵液于15 mL顶空瓶内,加入2.4 g氯化钠、10  $\mu\text{L}$ 内标物(2-辛醇)和磁力搅拌转子,密封、摇匀后置于恒温磁力搅拌器中,40℃水浴平衡30 min,然后顶空萃取30 min。

GC-MS分析条件:毛细管色谱柱为 DB-WAX( $60 \text{ m} \times 2.5 \text{ mm} \times 0.25 \mu\text{m}$ );升温程序:初始温度  $50^\circ\text{C}$ ,保持5 min,再以  $3.5^\circ\text{C} \cdot \text{min}^{-1}$ 升温至  $180^\circ\text{C}$ ,保持15 min;载气:高纯氦气(He),流速  $1 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1}$ ;进样口温度  $240^\circ\text{C}$ ,不分流进样;质谱接口温度  $280^\circ\text{C}$ ;电子轰击离子源 EI,离子源能量 70 eV;质谱扫描范围 20~350 m/z。

定性分析:采用与标准香气成分保留时间(retention time, RT)对比的方法结合 NIST-11、Wiley 及香精香料标准谱库检索比对结果进行挥发性香气化合物定性分析。

定量分析:对于已有标准品的香气化合物通过内标-标准曲线法进行定量,无标准品的化合物采用化学结构、官能团相似、碳原子数相近的标准物质进行半定量。

1.3.7 感官评价 参照 GB/T 15037-2006<sup>[19]</sup>中葡萄酒感官检查与评定的要求对本试验中三款酒样进行感官评价。本次感官评价小组由甘肃农业大学食品科学与工程学院9位拥有葡萄酒及烈酒教育基金会证书(2个三级、4个二级、3个一级)的老师和同学组成,主要从外观(10分,包括澄清度)、香气(50分,包括纯正度、浓郁度、优雅度、协调性、复杂性各10分)、口感(20分,包括余味、平衡度各10分)3个方面进行感官

评价。

#### 1.4 数据统计分析

利用 Microsoft Excel 2013 对试验数据进行分析 and 作图,使用 IBM SPSS Statistics 19.0 进行主成分分析及多重比较(Duncan 法,  $P < 0.05$ ),试验结果均以平均值 $\pm$ 标准偏差表示。

## 2 结果与分析

### 2.1 发酵动力学比较结果

由图 1 可知,3 种工艺处理的葡萄汁中的总糖( $239 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ )均在 10 d 内发酵结束( $\leq 4 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ ),且其均呈“S”型曲线的下降趋势。在发酵过程中最明显的区别在于启酵时间,其中 JZ 启酵时间最短(0.25 d),JC 次之(0.42 d),CQ 启酵最慢(0.50 d)。从整体发酵时间来看,JZ 最快(8.00 d),CQ 最慢(9.50 d),JC 居中(8.50 d)。这可能是由于浸渍过程可以促进果肉、果皮和种子中营养物质大量释放到葡萄汁中<sup>[20]</sup>,从而改善酿酒酵母生长繁殖的营养环境,使得发酵汁中酵母生物量更大,发酵速率更快,且 JZ 葡萄汁中营养物质更为丰富,因而其启酵时间和发酵时间最短。

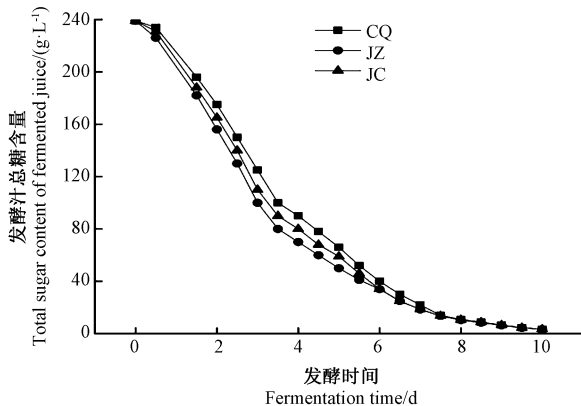


图 1 不同浸渍工艺处理的发酵动力学比较

Fig.1 Comparison of fermentation kinetics of different maceration processes

### 2.2 基本理化指标检测结果

理化指标常作为葡萄酒质量评价的基本要求。由表 1 可知,CQ 葡萄酒的酒精度最高;JZ、JC 葡萄酒的总酸含量显著低于 CQ( $P < 0.05$ )。此外 3 种工艺条件下葡萄酒的总酚含量间均存在显著差异,其中 JZ 酒样总酚含量最高( $37.33 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ ),JC 次之,CQ 最少,这主要是由于 JZ 葡萄酒中含有较多的固体悬浮物,其中所含有的酚类物质在发酵过程中被释放到葡萄酒中,从而增加了最终酒样的多酚含量。适量的多酚类物质能

增加葡萄酒的收敛味,但含量过高会影响白葡萄酒口感,且会加重葡萄酒装瓶后的褐变效应<sup>[21]</sup>。总体评价,3 种浸渍工艺酿造的干白葡萄酒的基本理化指标均符合 GB/T 15037-2006<sup>[19]</sup>的要求。

表 1 不同浸渍工艺处理的葡萄酒基本理化指标

Table 1 Basic physical and chemical indexes of wine treated by different maceration processes

指标 Indexes	处理 Treatments		
	CQ	JZ	JC
酒精度 Alcohol content /(v:v, %)	12.76 $\pm$ 0.04a	12.58 $\pm$ 0.03b	12.56 $\pm$ 0.01b
总酸含量 Total acid content /(g·L <sup>-1</sup> )	5.46 $\pm$ 0.06a	5.30 $\pm$ 0.02b	5.09 $\pm$ 0.02c
挥发酸含量 Volatile acid content /(g·L <sup>-1</sup> )	0.45 $\pm$ 0.01a	0.30 $\pm$ 0.01b	0.27 $\pm$ 0.01c
pH 值 pH value	3.42 $\pm$ 0.24a	3.39 $\pm$ 0.39a	3.72 $\pm$ 0.14b
总糖含量 Total sugar content /(g·L <sup>-1</sup> )	3.36 $\pm$ 0.01c	3.45 $\pm$ 0.01b	3.51 $\pm$ 0.01a
总酚含量 Total phenol content /(g·L <sup>-1</sup> )	31.15 $\pm$ 0.48c	37.33 $\pm$ 0.31a	35.32 $\pm$ 0.29b

注:同行不同小写字母表示在 0.05 水平上具有显著性差异。下同。

Note: Different small letters in the same column indicate significant difference at 0.05 level. The same as following.

### 2.3 挥发性香气化合物检测结果

2.3.1 GC-MS 检测结果 葡萄酒中的醇类香气物质绝大部分来自酒精发酵过程,其主要由酵母菌经 Ehrlich 途径<sup>[22]</sup>和 Harris 途径<sup>[23]</sup>生成。酒体中的高级醇组成不同,可能与葡萄经发酵、浸渍、陈酿等过程导致高级醇成分有所变化有关<sup>[24]</sup>。由图 2 可知,不同浸渍工艺发酵酒样挥发性化合物在种类和含量上均存在一定差异。谱图解析结果(表 2)表明,JZ 葡萄酒的醇类物质含量最高( $4\,799.38 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ),CQ 最低( $3\,354.83 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ )。与 CQ 相比,JZ、JC 酒样的醇类物质含量分别增加 33.90%和 43.06%,其中丙醇、1-己醇、3-甲基-1-戊醇、异戊醇、苯乙醇含量变化显著( $P < 0.05$ )。本试验共检出 5 种直链高级醇与 7 种支链高级醇,其中 JZ 直链高级醇含量最高( $1\,046.30 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ),JC 支链高级醇含量最高( $4\,044.749 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ),即浸渍处理能显著增加葡萄酒中醇类香气物质含量,但对支链高级醇与直链高级醇影响程度不同,对支链高级醇的影响更显著( $P < 0.05$ )。

发酵过程中由酵母产生的酯类物质能赋予葡萄酒浓郁的水果味<sup>[25]</sup>。浸渍处理能明显增加葡萄酒中酯类香气化合物的含量,其中乙酸异戊酯和乙酸苯乙酯含量增加显著( $P<0.05$ ),且JZ、JC葡萄酒的酯类香气物质总量无显著差异,说明浸渍之后的澄清处理对酒样中酯类香气物质含量影响较小。葡萄酒中检出的26种酯类香气化合物中仅有16种为3种工艺处理的共有成分,即浸渍过程对酯类香气物质的种类和含量均影响较大。

除少部分酸类香气物质来源于葡萄浆果外,葡萄酒中大部分酸类香气物质是发酵的副产物。本试验共检出8种酸类香气物质,其中CQ酒样中检出最多(7种,  $228.18 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ),JC次之(6种,  $90.55 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ),JZ

最少(3种,  $53.81 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ),说明浸渍处理有利于减少酒样中酸类香气物质的生成。此外,经过澄清处理葡萄酒中酸类物质有所增加,说明浊汁发酵更有利于酒样中酸类香气物质含量的降低。

葡萄酒中的萜烯化合物主要来自于酿酒葡萄果皮,是品种香气中最主要的成分。浸渍过程明显增加了葡萄酒中萜烯物质的种类和含量,其中JZ酒样中的萜烯物质总量最高( $255.77 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ),CQ最低( $89.21 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ )。此外,JZ酒样中萜烯总量也显著高于JC( $P<0.05$ ),这可能是由于JC的澄清处理导致其损失了浊汁中的部分香气物质,因而萜烯物质含量低于JZ。

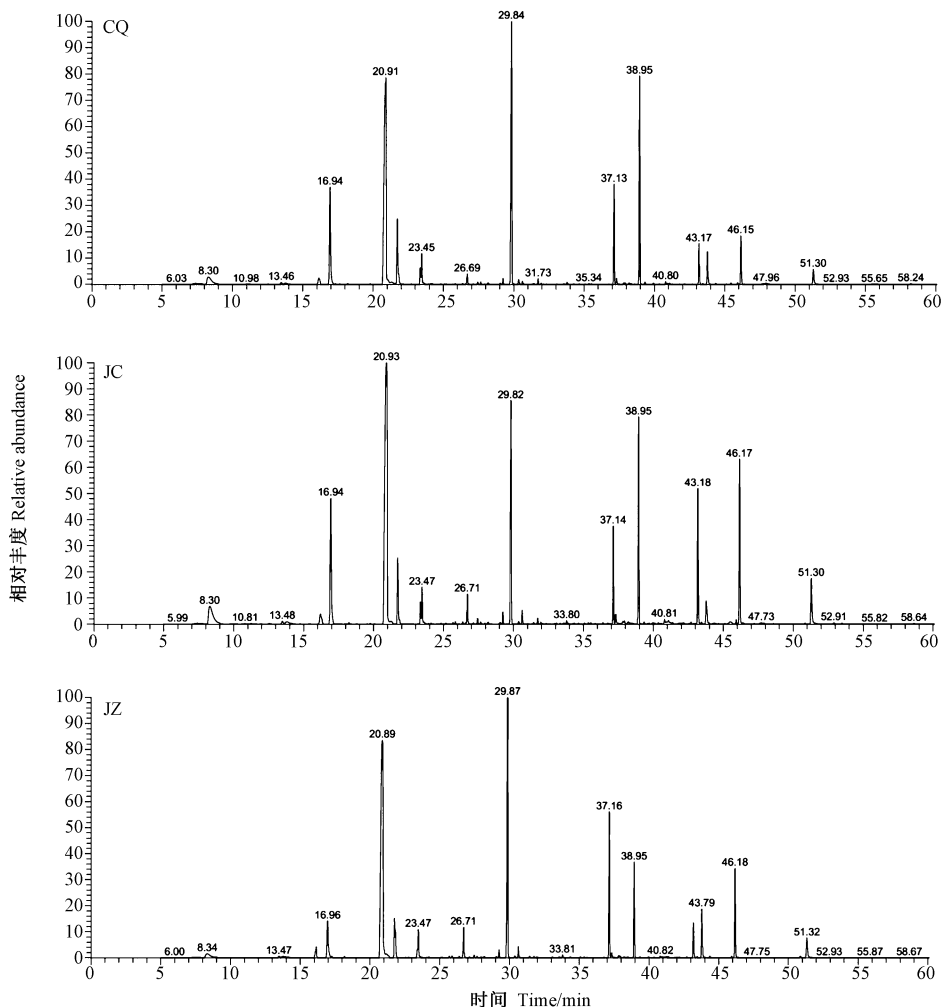


图2 不同浸渍工艺处理发酵酒样香气化合物 GC-MS 分析总离子流图

Fig.2 Total ion flow diagram of aroma compounds in wine by different impregnation processes

2.3.2 香气化合物主成分分析 由于检测到的葡萄酒挥发性香气物质种类繁多,含量差异较大,为更直观比较3种浸渍工艺对发酵葡萄酒香气特征的影响,对

表2中的香气数据进行主成分分析,并以特征值大于1进行主成分抽提,得到PC1和PC2贡献率分别为56.038%和43.962%。2个主成分累计解释总方差为

表 2 不同浸渍工艺发酵葡萄酒的香气物质含量

Table 2 Contents of aroma substances treated by different impregnation processes

编码 No.	化合物 Compounds	阈值 <sup>[15-16]</sup> Threshold value /(mg·L <sup>-1</sup> )	含量 Content/(μg·L <sup>-1</sup> )			香气描述 <sup>[26-28]</sup> Volatile description
			CQ	JZ	JC	
A1	丙醇	50.000	24.79±1.00c	38.28±1.04b	42.42±0.86a	香气清爽,酒精味
A2	1-丁醇	150.000	14.57±1.31a	12.88±4.40a	14.58±6.11a	香气醉人,酒精味
A3	1-己醇	1.1000	416.42±48.03c	960.48±25.51a	682.53±68.38b	青草味,吐司味
A4	1-庚醇	2.500	15.00±1.28a	15.92±3.15a	15.10±3.04a	芳香植物气味,葡萄香气
A5	癸醇	0.400	-	18.75±2.96a	-	橙花香,特有的淡油脂味
A6	异丁醇	40.000	24.80±5.05a	28.88±5.76a	34.01±7.01a	杂醇油的醇香
A7	异戊醇	30.000	1 660.97±81.05c	1 804.71±71.44b	21 35.36±43.58a	苦杏仁味,涩味
A8	3-甲硫基丙醇	1.000	-	12.29±4.00a	20.01±6.92a	生土豆味,蒜味
A9	2,3-丁二醇	120.000	47.50±6.06a	52.60±3.73a	48.90±12.81a	类似橡皮的化学气味
A10	3-甲基-1-戊醇	15.000	5.44±0.57c	17.24±3.61a	12.82±0.50b	/
A11	苯甲醇	200.00	-	1.88±0.33a	-	苦杏仁味
A12	苯乙醇	7.500	1 145.34±56.96c	1 528.38±77.79b	1 793.66±43.35a	玫瑰花、蔷薇香气,花粉味
	醇类总量 Total higher alcohols		3 354.83±141.32c	4 492.27±133.72b	4 799.38±87.48a	
B1	乙酸乙酯	7.500	186.16±20.56b	107.67±9.78b	409.74±74.49a	果香,酯香
B2	乙酸异丁酯	1.600	11.27±3.46a	15.37±9.96a	19.66±2.46a	草莓香,果香,花香
B3	3-羟基丁酸乙酯	/	12.44±1.42a	10.38±1.33a	11.19±2.50a	/
B4	乙酸异戊酯	0.160	108.46±8.02c	263.90±31.75b	365.65±64.68a	果香,新鲜香蕉味
B5	乙酸己酯	1.500	198.93±5.98b	372.34±14.81a	378.50±17.73a	水果香气,梨果实风味
B6	乙酸庚酯	1.400	49.90±11.01a	52.09±5.89a	56.07±4.05a	玫瑰、梨、甜杏仁味
B7	乙酸辛酯	/	3.66±0.87b	12.91±1.26a	4.48±2.71b	橙花、茉莉花香,梨果实香
B8	乙酸苯乙酯	0.650	455.83±15.58c	667.93±52.32b	846.69±43.09a	舒适的花香
B9	丙酸乙酯	/	6.95±1.41b	-	14.06±9.19a	菠萝果香
B10	丁酸乙酯	0.020	64.07±14.60a	61.84±17.50a	66.60±8.09a	酸果香,果香,草莓香
B11	异戊酸乙酯	0.003	4.56±4.56a	1.40±0.56a	-	香蕉味,甜果香
B12	己酸乙酯	0.014	364.09±16.71b	537.00±31.85a	499.07±39.00a	青苹果、草莓香,茴香味
B13	庚酸乙酯	0.160	34.92±6.72a	28.84±2.53a	27.67±3.25a	新鲜果香
B14	辛酸乙酯	0.005	693.46±2.06b	699.31±24.06b	1 309.33±57.61a	果香,茴香味,甜味
B15	癸酸乙酯	0.200	1 980.39±95.76a	2 097.92±79.04a	928.00±47.16b	脂肪味,舒适的醋味
B16	辛酸甲酯	0.200	6.90±0.95a	-	-	强烈的柑橘香气
B17	肉豆蔻酸乙酯	2.000	10.05±5.14a	5.20±0.25a	8.45±4.54a	/
B18	棕榈酸乙酯	1.500	2.41±0.75a	1.14±0.52b	-	脂肪味,腐败味,水果味
B19	辛酸丙酯	/	4.04±0.88a	-	-	/
B20	辛酸异丁酯	/	2.95±0.22a	-	1.89±0.88b	/
B21	辛酸异戊酯	0.125	44.35±5.67a	44.06±5.43a	46.79±6.37a	花香,果香
B22	壬酸乙酯	/	17.21±0.85a	-	-	玫瑰花香,果香
B23	癸酸甲酯	/	3.49±0.33a	-	1.51±0.37b	/
B24	癸酸异戊酯	0.300	22.19±3.32a	19.48±1.76a	17.92±0.82a	/

表 2(续)

编码 No.	化合物 Content	阈值 <sup>[15-16]</sup> Threshold value /(mg·L <sup>-1</sup> )	含量 Content/(μg·L <sup>-1</sup> )			香气描述 <sup>[26-28]</sup> Volatile description
			CQ	JZ	JC	
B25	己酸异戊酯	/	-	11.77±1.99a	-	/
B26	己酸-2-苯乙酯	/	4.25±0.03a	2.09±0.85b	-	新鲜果香,菠萝香气
	酯类总量 Total esters		4 292.94±108.15b	5 012.62±24.05a	5 013.28±146.55a	
C1	丁酸	2.500	11.34±1.81a	10.76±0.39a	9.08±0.87a	腌菜味,奶酪味
C2	异丁酸	2.300	8.92±0.75a	8.25±4.10a	5.30±1.20a	脂肪味
C3	2-甲基丁酸	0.050	35.60±1.35a	-	-	干酪味,酸果风味
C4	2-甲基己酸	/	-	34.81±6.93a	16.21±0.12b	/
C5	庚酸	/	4.15±1.42a	-	2.59±1.01a	脂肪味,果香,
C6	癸酸	1.000	106.78±27.04a	-	55.50±25.14b	不愉快的脂肪味
C7	9-癸烯酸	0.100	58.87±27.02a	-	-	脂肪味
C8	3-羟基月桂酸	/	2.53±0.24a	-	1.87±0.40b	/
	酸类总量 Total acids		228.18±47.50a	53.81±10.70b	90.55±24.08b	
D1	芳樟醇	0.025	24.03±3.45c	55.86±4.51a	32.65±4.21b	花香,玫瑰味
D2	香茅醇	0.040	40.40±6.12c	116.36±7.48a	83.11±7.06b	青草味,丁香花、蔷薇香
D3	香叶醇	0.030	10.45±2.02b	55.41±10.52a	43.96±7.34a	柠檬味、桃、玫瑰花香气
D4	萜品醇	0.460	12.93±1.76b	19.44±3.65a	13.65±0.82b	舒适的甜味,蘑菇味
D5	橙花醇	0.400	-	2.78±1.45a	-	蔷薇花香
D6	香叶基丙酮	0.060	1.41±0.32c	3.40±0.74a	2.66±0.62b	青草味、果香味
D7	反式橙花叔醇	0.700	-	2.52±1.19b	3.65±0.71a	玫瑰、苹果、青草味
	萜烯总量 Total terpenes		89.21±11.68c	255.77±15.69a	179.67±16.33b	
E1	癸醛	0.010	2.50±0.63a	3.19±0.30a	1.73±1.49a	肥皂味,柑橘味
E2	苯甲醛	/	-	9.99±4.30a	4.20±0.48b	具有植物气味,苦杏仁味
	其他化合物总量 Total other compounds		2.50±0.63b	13.18±4.34a	5.93±1.58b	

注:“-”表示未检测到该物质;“/”表示未查阅到相关资料。

Note: ‘-’ indicates that the aroma compound was not detected. ‘/’ indicates that no relevant data were available.

100%,即这2个主成分能基本反映原数据全部的变异。由图3可知,苯甲醇(杏仁味)、癸醇(橙花香)、1-庚醇(芳香植物气味,葡萄香气)、芳樟醇(花香,玫瑰味)等物质在PC1正半轴上的得分较高,即反映了葡萄酒中的花香特征;乙酸己酯(水果香气,梨果实风味)、异丁酸(脂肪味)、丁酸(奶酪味)等物质在PC1负半轴上的得分较高,即反映了脂肪奶酪味以及部分水果香气特征;丙醇(香气清爽,酒精味)、丙酸乙酯(菠萝果香)、丁酸乙酯(酸果香,果香)、异丁醇(醇香)等物质在PC2正半轴上的得分较高,即主要反映了热带水果的香气以及醇香特征;癸酸乙酯(脂肪味,

舒适的醋味)、乙酸辛酯(梨果实香)等物质在PC2负半轴上的得分较高,即反映了葡萄酒中脂肪味以及淡淡的果香特征。由图4可知,3种浸渍工艺处理酒样的香气特征可在2个主成分上被很好地区分,并分为两大类,JZ和JC酒样的香气特征相似,均在PC1正半轴有较高得分,因而其酒样的花香特征突出,并且JC在PC2正半轴上得分高于JZ,即JC酒样的热带水果香气以及醇香特征更为明显,CQ分布在PC1与PC2的负半轴区域,该区域最突出的香气特征是脂肪味以及微弱的果香味。

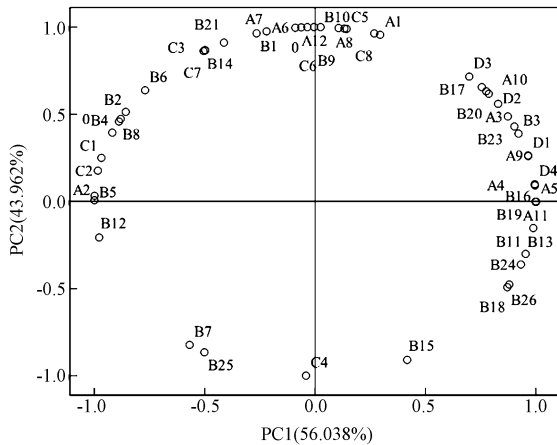


图3 主成分因子载荷图

Fig.3 Principal Component factor loading

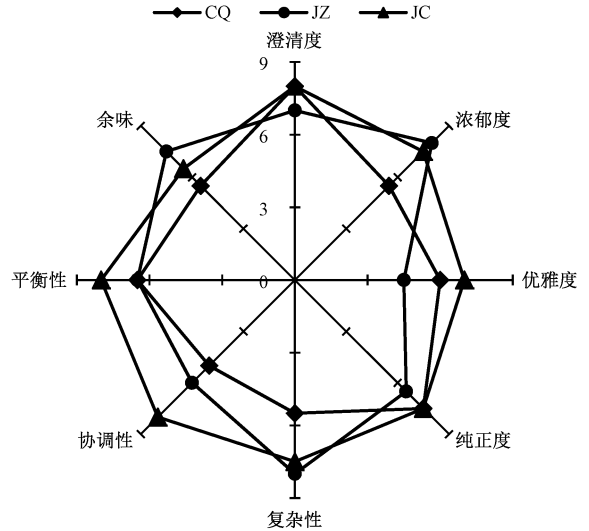


图5 不同浸渍工艺发酵葡萄酒的感官分析

Fig.5 Sensory analysis of wine samples treated by different maceration treatment

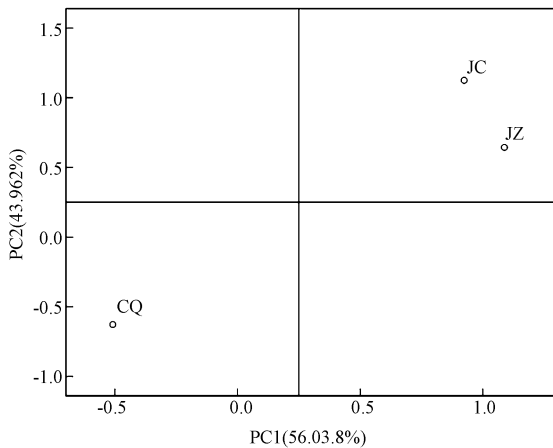


图4 主成分样品分布图

Fig.4 Principal Component Sample Distribution Diagram

## 2.4 感官评价

由图5可知,CQ的葡萄酒,除澄清度和纯正度评分较高外,其余指标评分均较低,与GC-MS及主成分分析结果一致。JZ酒样的浓郁度、复杂性、余味评分较高,主要与JZ工艺的浸渍处理与浊汁发酵有关。与CQ相比,JZ、JC均增加了带皮浸渍的过程,使葡萄原料中的香气物质更多地浸入到葡萄汁中,因而其香气更加浓郁、复杂。与JZ相比,CQ、JC均进行了低温澄清处理,酒样的优雅度、纯正度以及澄清度均有所提升。JC一方面通过浸渍增加了葡萄酒香气的浓郁度、复杂性,另一方面通过低温澄清处理保证了香气的纯正度与协调性,最终获得的酒样香气浓郁、协调,口感平衡,因而JC对提升贵人香干白葡萄酒香气品质具有更大的实际应用价值。

## 3 讨论

酿酒葡萄浆果中的绝大多数香气物质及其前体物质主要存在于果皮中,过早地皮渣分离不利于葡萄原料中的香气物质进入发酵汁,尤其不利于葡萄酒品种香气的形成<sup>[27]</sup>。浸渍时间<sup>[28]</sup>、浸渍温度<sup>[29]</sup>是影响浸渍效果的主要因素,短时间的低温浸渍不仅有助于发酵开始前抑制腐败微生物的潜在生长,而且可用于生产新鲜、清爽、水果味浓郁的新鲜型白葡萄酒,而长时间的高温浸渍通常会使生产的葡萄酒颜色较深且香气浓郁复杂,适宜陈酿型白葡萄酒的生产<sup>[30]</sup>。但过度浸渍会对葡萄酒品质产生诸多负面影响,如带皮发酵导致酒中酚类和C6醛醇化合物增加,导致葡萄酒苦涩味和生青味增加<sup>[20]</sup>。此外,过度浸渍会增加葡萄汁氧化的风险,降低葡萄酒品质。为防止该风险的发生,本试验分别采用JZ和JC工艺发酵贵人香干葡萄酒,探讨其对酒样香气化合物的影响。结果表明,浸渍过程能明显增加酒体的香气物质含量,尤其对香茅醇、香叶醇、萜品醇等品种香气物质的含量提升更为显著,萜烯类化合物含量分别增加1.86倍(JZ)、1.01倍(JC),与Hernanz等<sup>[6]</sup>和王志峰等<sup>[8]</sup>的研究结果相似。同时浸渍方式发酵的酒样中酯类物质总含量与CQ间具有显著差异,且JZ和JC葡萄酒中酯类香气物质总含量相近,均显著高于CQ,这主要是因为浸渍过程使发酵汁中的氨基酸、长链脂肪酸(如棕榈酸、亚麻酸和亚油酸)等营养物质含量升高,一方面为酿酒酵母生长提

供营养,另一方面又增加了高级醇、酯类等发酵香气合成的底物,从而有利于发酵香气物质的积累,该结果与王咏梅等<sup>[17]</sup>在探究浸渍时间对贵人香干白葡萄酒品质影响的研究结果相似。本试验通过短时低温(24 h、10℃)的浸渍处理结合低温(4℃)澄清工艺酿造的贵人香干白葡萄酒香气物质含量较高、品质较佳,与王沙沙等<sup>[31]</sup>带皮发酵相比,该处理方式汲取了浸渍对葡萄酒香气品质提升的优势,又结合了清汁发酵减少葡萄汁氧化的优点,是一种相对较好的发酵前浸渍处理,具有一定的实际应用价值。

## 4 结论

本试验以贵人香酿酒葡萄为原料,利用 HS-SPME/GC-MS 检测不同浸渍工艺处理酒样中挥发性香气化合物,结果显示,浸渍处理能明显增加葡萄酒中香气物质的含量以及提升葡萄酒的香气品质。主成分分析结合感官评价结果表明,低温(10℃)浸渍 24 h 后皮渣分离,再澄清 24 h 后接种发酵(JC),酒样中花香、热带水果果香以及醇香特征突出,考虑到发酵香气与品种香气的协调,再结合感官评价结果可知,JC 酒样香气优雅、纯正,口感平衡,是提升贵人香葡萄酒香气品质的较优工艺。本研究结果可为提升甘肃河西走廊产区贵人香干白葡萄酒香气品质提供理论支持。

## 参考文献:

- [1] 付丽霞,张惠玲,刘亚,王晓昌. 发酵前处理工艺对葡萄酒香气的影响[J]. 酿酒科技, 2016, 23(3): 67-71
- [2] Heredia F J, Escudero-Gilete M L, Hernanz D, Gordillo B, Meléndez-Martínez A J, Vicario I M, González-Miret M L. Influence of the refrigeration technique on the colour and phenolic composition of syrah red wines obtained by pre-fermentative cold maceration[J]. Food Chemistry, 2010, 58(2): 377-383
- [3] 靳华荣. 不同酿造工艺对霞多丽干白葡萄酒的影响[D]. 济南: 齐鲁工业大学, 2016: 6-8
- [4] Pinelo M, Amous A, Meyer A S. Upgrading of grape skins: Significance of plant cell-wall structural components and extraction techniques for phenol release[J]. Trends in Food Science and Technology, 2006, 17(11): 579-590
- [5] 李坚. 葡萄酒的氧化程度对酒质的影响及其判别模型的构建[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2017: 2-7
- [6] Hernanz D, Recamales F, González-Miret M L, Gómez-Míguez M J, Vicario I M, Heredia F. Phenolic composition of white wines with a prefermentative maceration at experimental and industrial scale[J]. Journal of Food Engineering, 2007, 80(1): 327-335
- [7] 崔艳,吕文,尹吉泰,付荣霞. 低温浸渍对“玫瑰香”低醇桃红葡萄酒品质的影响[J]. 北方园艺, 2017, 41(15): 103-108
- [8] 王志锋,王春霞,李金婷,李胜元,路福平. 低温带皮浸渍发酵对意斯琳干白葡萄酒品质的影响[J]. 中国酿造, 2011, 30(2): 104-107
- [9] Stanka H, Ana J, Tihomir P, Luna M. Effect of cold maceration time on Žilavka wines composition[J]. Journal of Central European Agriculture, 2009, 9(3): 505-510
- [10] Sokolowsky M, Rosenberger A, Fischer U. Sensory impact of skin contact on white wines characterized by descriptive analysis, time-intensity analysis and temporal dominance of sensations analysis[J]. Food Quality and Preference, 2015, 39(1): 285-297
- [11] 杨沫,刘文,赵新节. 冷浸渍过程中真核微生物与小芒森干白葡萄酒香气成分的变化[J]. 食品工业科技, 2019, 40(2): 233-238, 244
- [12] Sun S Y, Zhang Q F, Liu W L. Influence of maceration techniques on the chemical, aromatic, sensory and biogenic amine profiles of cherry wine[J]. The Institute of Brewing and Distilling, 2018, 124(4): 104-107
- [13] 祝霞,韩舜愈,蒋玉梅,宋慧丽,陈彦雄. 酶解处理对‘贵人香’干白葡萄酒香气物质的影响[J]. 甘肃农业大学学报, 2011, 46(2): 129-134
- [14] 何英霞,蒋玉梅,李霁昕,米兰,马腾臻,杭洁,陈玉蓉,胡妍芸. 不同酶和酵母对干红葡萄酒香气影响的差异分析[J]. 农业工程学报, 2016, 32(S1): 325-332
- [15] 李华. 葡萄酒工艺学[M]. 北京: 科学出版社, 2007
- [16] 靳国杰,李爱华,刘浩,陶永胜. 发酵温度对霞多丽干白葡萄酒香气质量的影响[J]. 中国食品学报, 2017, 17(10): 139-149
- [17] 王咏梅,史红梅,陈迎春,王均光,许教伍,严金秋. 不同冷浸渍时间对贵人香葡萄酒品质影响的研究[J]. 食品工业科技, 2016, 37(6): 68-73
- [18] 祝霞,王媛,刘琦,赵丹丹,韩舜愈,杨学山. 混菌发酵对贵人香低醇甜白葡萄酒的香气影响[J]. 食品与发酵工业, 2019, 45(4): 95-102
- [19] 中国食品发酵工业研究院,烟台张裕葡萄酒股份有限公司,中国长城葡萄酒有限公司,等. GB/T 15037-2006 葡萄酒[S]. 北京: 中国标准出版社, 2006
- [20] Wang J, Huo S F, Zhang Y X, Liu Y P, Fan W X. Effect of different pre-fermentation treatments on polyphenols, color, and volatile compounds of three wine varieties[J]. Food Science and Biotechnology, 2016, 25(3): 735-743
- [21] Jose L A, Wessel D T. Cold maceration application in red wine production and its effects on phenolic compounds[J]. LWT-Food Science and Technology, 2018, 95(9): 200-208
- [22] 刘灿珍,秦伟帅,孙玉霞,赵新节. 酿酒酵母高级醇合成路径及关键基因[J]. 中国酿造, 2018, 37(8): 9-13
- [23] Lucie A H, Jean-Marc D, Antonius J A M, Jack T P, Dickinson J R. The ehrlich pathway for fusel alcohol production: A century of research on *Saccharomyces cerevisiae* metabolism[J]. Applied and Environmental Microbiology, 2008, 74(8): 2259-2266
- [24] 李志宇,都振江,王俊芳,张将,刘洪勇,王世平,王恒振. 摘叶对赤霞珠葡萄及所酿葡萄酒品质的影响[J]. 核农学报, 2018, 32(11): 2178-2186
- [25] Saerens S M G. The *Saccharomyces cerevisiae* EHT1 and EEB1 genes



- encode novel enzymes with medium-chain fatty acid ethyl ester synthesis and hydrolysis capacity [J]. Journal of Biological Chemistry, 2006, 23(7): 4446-4456
- [26] 王媛, 祝霞, 杨学山, 黎洁, 任超, 秦丽, 韩舜愈. 混菌发酵对美乐低醇桃红葡萄酒香气的影响[J]. 核农学报, 2018, 32(11):2195-2207
- [27] Vianna E, Ebeler S E. Monitoring ester formation in grape juice fermentations using solid phase microextraction coupled with gas chromatography-mass spectrometry [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2001, 49(2): 589-595
- [28] 周鹏辉, 李进, 李泽福, 于玲玲, 贺磊, 孙栋栋. 冷浸渍工艺在小味儿多桃红葡萄酒酿造中的应用[J]. 中外葡萄与葡萄酒, 2015, 40(1): 25-28
- [29] Gao X L, Zhang J, Liu H, Li Na, Yue P X. Influence of low temperature enzyme maceration techniques on volatile compounds of semi-dry wine made with cv. *Premier* of rabbiteye blueberries (*Vaccinium ashei*) [J]. Advance Journal of Food Science and Technology, 2015, 7(6): 442-448
- [30] Torres C, Schumacher R, Alanon M E, Perez-Coello M S, Diaz-Maroto M C. Freeze-dried grape skins by-products to enhance the quality of white wines from neutral grape varieties [J]. Food Research International, 2015, 69(3): 97-105
- [31] 王沙沙, 陈红梅, 董喆, 周亚丽, 尹何南, 袁春龙. 不同工艺对‘关口’葡萄干白葡萄酒品质的影响[J]. 食品科学, 2017, 38(21): 145-152

## Effect of Different Maceration Process on Aroma Quality of Italian Riesling Dry White Wine

YANG Xueshan<sup>1,2</sup> LIU Qi<sup>2,3</sup> DUAN Weipeng<sup>1,2</sup> SONG Ruru<sup>1,2</sup>  
HAN Shunyu<sup>1,2</sup> ZHU Xia<sup>1,2,\*</sup>

(<sup>1</sup> College of Food Science and Engineering, Gansu Agricultural University, Lanzhou, Gansu 730070; <sup>2</sup> Gansu Key Lab of Viticulture and Enology, Lanzhou, Gansu 730070; <sup>3</sup> College of Life Science and Technology, Gansu Agricultural University, Lanzhou, Gansu 730070)

**Abstract:** In order to improve the aroma quality of Italian Riesling dry white wine, the volatile aroma compounds in fermented wine samples treated by maceration processes (JZ) and maceration combined with clarification processes (JC) respectively were detected by HS-SPME/GC-MS in comparison with the fermentation process of clarified juice (CQ). The results showed that maceration treatment could significantly increase the content of aroma compounds in wine. Compared with the control, JZ and JC treatments had significant effects on the content of aroma compounds ( $P < 0.05$ ), the concentration of terpenes in wine treated by JZ and JC increased by 1.86 and 1.01 times respectively, and the contents of alcohol and ester compounds in wine treated by JC were up to  $4\,799.38\ \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  and  $5\,013.28\ \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  respectively. Principal component analysis combined with sensory evaluation showed that JZ and JC treatments led to the flower fragrance characteristics of wine samples similar, and the aroma of tropical fruits and bouquet characteristics of wine samples treated by JC were more obvious. Compared with CQ treatment, the wine samples treated by JC had elegant, pure aroma and balanced taste. Comprehensive analysis showed that maceration combined with clarification process (JC) was more conducive to the improvement of aroma quality of Italian Riesling dry white wine in Hexi region of Gansu Province. The research results can provide the technical support for aroma enhancement fermentation technology of dry white wine.

**Keywords:** maceration, aroma compound, Italian Riesling, dry white wine