

## 鲜食红地球葡萄蒸馏酒的酿造工艺研究

刘俊丽<sup>1</sup>, 吴迪<sup>1</sup>, 高蕾<sup>1</sup>, 姜娇<sup>1,2,3</sup>, 宋育阳<sup>1,2,3\*</sup>

<sup>1</sup>西北农林科技大学葡萄酒学院 陕西杨凌 712100

<sup>2</sup>西北农林科技大学合阳葡萄试验示范站 陕西合阳 715300

<sup>3</sup>西北农林科技大学宁夏贺兰山东麓葡萄酒试验示范站 宁夏永宁 750104)

**摘要** 目的:以新鲜红地球葡萄为原料,选用发酵温度、酵母菌种、浸渍条件和是否添加辅料 4 个因素,探究不同发酵条件对红地球葡萄蒸馏酒品质的影响。方法:设置不同发酵温度(高温 25℃,低温 15℃)、接种发酵与自然发酵、浸渍与清汁发酵、添加辅料与不加辅料 4 组变量,设计 12 组影响因素试验组合,并组成 20 组单因素对比实验,研究单因素变化条件下红地球葡萄发酵原酒及蒸馏酒的理化指标以及酯类、酸类、酚类、醛类等香气物质的差异,以期对红地球葡萄蒸馏酒的酿造工艺条件进行优化。结果:红地球葡萄在较低的温度和浸渍作用下进行自然发酵,在添加辅料时所得蒸馏酒总酯含量及酸含量较高,高级醇含量相对较低,具有良好的风味和光泽度,蒸馏酒品质良好,香气均衡。结论:蒸馏酒的基酒在发酵过程中受到酵母添加、浸渍作用、发酵温度和添加辅料等多种工艺因素的影响。本试验所得最佳酿造工艺以期解决目前红地球葡萄产量过剩、大量堆积、储藏困难等问题,助力我国葡萄酒产业的经济发展。

**关键词** 农产品; 加工工艺; 红地球葡萄; 发酵; 蒸馏酒

**文章编号** 1009-7848(2023)02-0142-12 **DOI:** 10.16429/j.1009-7848.2023.02.014

果酒产业是以种植和加工为基础,产业关联度高的复合型产业,其发展有利于推动调整农业产业结构,发展有市场前景的特色经济和优势产业,培育和形成新的经济增长点,促进区域经济和社会发展,对解决农业可持续发展问题具有十分重要的意义。目前,商业生产的果酒种类繁多,按酿造方法和产品特点,分为发酵果酒、蒸馏果酒、配制果酒、起泡果酒。蒸馏果酒的生产加工可以延长农业产业链,是消化残次果、应对市场出现滞销等问题最直接有效的解决办法。除苹果和梨这两种大众水果外,越来越多的研究用含糖量相对较低的其它鲜食水果作为原材料来进行蒸馏酒的酿造,比如蓝莓、海棠果、荔枝、柚子甚至红枣等鲜食水果,并得到了品质良好、具有实际经济效益的鲜食水果蒸馏酒。

葡萄在水果中是独一无二的,按用途可分为鲜食葡萄和酿酒葡萄。我国作为世界葡萄种植大

国,葡萄种植面积和产量多年来保持持续增长,其中鲜食葡萄占我国葡萄总产量的 80%左右,如红地球(Red Globe)等优良鲜食品种在引进国内后,产量稳定、品质优良,具有广阔的发展前景。对我国的鲜食葡萄产业来说,其发展的重心应该逐渐从扩大种植面积、关注产品质量等传统模式上改变,逐渐向加大研发投入、果品深加工和开发新产品这些方面转型,以此来提高整个葡萄产业的经济效益,给果农们带来更多的机遇,开发鲜食葡萄酒的工艺对于振兴地方经济和扶贫助农具有重大意义。红地球葡萄,又名晚红,商品名称红提,欧亚种葡萄,原产地美国加州,是加利福尼亚州立大学用皇帝 xL12-80 与 xS45-48 品种杂交培育所得,属于晚熟有核品种。红地球葡萄个大、色艳,富含钾、钙、钠、锰等人体所必需的微量元素以及多种维生素和氨基酸,还具有抗氧化,清除自由基、降低人体血清胆固醇水平,抑制癌细胞等作用<sup>[1]</sup>。陕西种植有大面积的红提葡萄,其中合阳县如今种植红提葡萄面积 9 800 hm<sup>2</sup>,挂果面积达到 6 000 hm<sup>2</sup>,总产量 10 万 t,并且种植面积和产量仍在不断增长<sup>[2-3]</sup>。然而,因产量过大或陕西处于雨热同期的季风气候区的原因而导致果实滞销,使红地球葡萄的利用率下降,销售价格压低,果农收入降

**收稿日期:** 2022-02-01

**基金项目:** 国家重点研发计划项目(2019YFD1002500);  
财政部和农业农村部:国家现代农业产业技术  
体系项目

**第一作者:** 刘俊丽,女,硕士生

**通信作者:** 宋育阳 E-mail: yuyangsong@nwsuaf.edu.cn

低,不仅会造成大量的经济损失和浪费,还对环境造成污染,而将其作为蒸馏酒的原料可以提高红地球葡萄的利用率,促进农户利益最大化<sup>[4]</sup>。红地球葡萄不仅产量稳定,并且品质优良,具有高糖、低酸等适宜酿造蒸馏酒的品质特点。目前,蒸馏酒是我国一个重要产业<sup>[5]</sup>,而鲜食葡萄蒸馏酒作为一种新兴的果酒,很多工艺都需要进一步完善,出汁率低、含糖量低、香气弱或者突兀、高级醇含量高等技术性问题都亟待解决。

葡萄原料、酒精发酵和蒸馏过程都对蒸馏酒口感和风味有着重要影响。在蒸馏酒酿造过程中,酵母不仅起到发酵剂的作用,而且对酒的品质和香气也具有重要作用<sup>[6-8]</sup>,启酵快且发酵能力强的酵母产酒率高,所得蒸馏酒非酒精挥发性物质含量低、酒香浓郁、品质较好<sup>[9-10]</sup>。不同地区的不同葡萄品种有不同的酵母菌群和不同的发酵环境和工艺,利用天然酵母进行自然发酵所酿造的蒸馏酒也会具有相应的风土特征<sup>[11-12]</sup>。另外,浸渍作用在一定条件下可以保留原料大部分的营养和活性成分<sup>[13]</sup>,其对酒中的酚类物质和香气均有积极影响<sup>[14-16]</sup>。水果蒸馏酒加工过程中应选择适宜的发酵温度。王浩臣等<sup>[17]</sup>发现发酵温度升高会使果香随着发酵产生的 CO<sub>2</sub> 气体被带出并加速氧化,发酵温度升高还会明显升高果胶酶活性和甲醇含量<sup>[18-21]</sup>。红地球葡萄果肉紧实,压榨出汁率少,添加果胶酶可以提高出汁率<sup>[22]</sup>。额外添加果胶酶虽可以提高产酒率、提升果酒品质,但会造成水果蒸馏酒中甲醇和高级醇含量过高的潜在风险<sup>[23]</sup>。蒸馏酒中的高级醇通过与有机酸结合形成酯类物质,尤其是乙基酯类,会给酒体带来果香<sup>[24-26]</sup>,而含量较高时会引发恶心、头痛的症状(俗称“上头”)<sup>[27-28]</sup>。综合以上潜在影响水果蒸馏酒品质的因素,本文通过调节红地球蒸馏酒发酵工艺的参数,设计各影响因素组合试验的工艺方案,分析酒的基本指标、香气及其酯类、酸类、酚类、醛类等物质含量,以期获得红地球葡萄蒸馏酒的最佳酿造工艺条件。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与仪器

1.1.1 试验材料与试剂 红地球葡萄(可溶性固形物 19.6 °Brix,总糖 148 g/L,总酸 3.92 g/L)来自

陕西省合阳县。

酵母为葡萄酒专用商业活性干酵母 CECA,安琪酵母股份有限公司;膨润土,烟台帝伯士有限公司;EX 型果胶酶,法国拉曼公司

1.1.2 试验仪器 20 L 玻璃发酵罐,贝朗生物工程(江苏)有限公司;50 L 铜质夏朗德壶塔结合式蒸馏锅,河南省新乡市牧野区新乡市森科机械有限公司;气相色谱-质谱联用仪(GC-MS),美国 Thermo Fisher Scientific 公司;气相色谱仪 7890B,美国安捷伦公司;酒精计,山东金塔机械集团有限公司;挥发酸测量设备,合肥市三元化玻仪器有限公司。

### 1.2 试验方法

在蒸馏酒基酒的发酵过程中,根据发酵温度、酵母添加、浸渍作用和是否添加辅料 4 种影响因素的不同排列组合,设计出 12 组试验组合(表 1)。含有单一变量的两组组合为一组单因素对比实验组,共有 20 组单因素对比实验组。

表 1 12 组单因素实验组合

Table 1 12 groups of single-factor experimental combinations

	接种发酵		自然发酵	
浸渍发酵	IMH-1	IML-1	SMH-1 SML-1 SMH-0 SML-0	
清汁发酵	ICH-1	ICL-1	SCH-1 SCL-1 SCH-0 SCL-0	

注:I. 接种酵母,S. 自然发酵;M. 浸渍,C. 清汁;H. 高温 25 °C,L. 低温 15 °C;1. 添加辅料,0. 不添加辅料。

1.2.1 红地球葡萄蒸馏酒酿造工艺 将红地球葡萄原料分选后进行除梗破碎,在破碎好的葡萄醪中加入 20 mg/L 的果胶酶,混匀后静置 12 h<sup>[29]</sup>,不进行浸渍作用的葡萄醪使用小型气囊压榨机取汁。将葡萄汁或者葡萄醪分别装入 20 L 的玻璃发酵罐中,装罐量以 80%葡萄醪,90%葡萄汁计。浸渍发酵的葡萄醪在浸渍结束后进行压榨取汁发酵,清汁发酵的葡萄原酒加入 1.2 g/L 膨润土。当葡萄发酵原酒的比重值连续不变时,停止发酵并将其密封好于冷库储藏。蒸馏时,一次蒸馏选用急火蒸馏,温度控制在 90 °C 左右,10 L 基酒截取 100 mL 酒头,控制其一次蒸馏酒的综合酒精度在

30%左右截取酒尾。二次蒸馏选用文火缓慢蒸馏,二次蒸馏时截取酒头和次酒头共 150 mL,酒的酒精度控制在 40%vol 左右截取酒尾。将所得蒸馏酒密封好后,于常温下储藏。

各单因素实验具体工艺:

1) 酵母添加 按照表 1 实验设计,在 4 个罐的葡萄醪或清汁中均按 300 mg/L 加入酵母(CE-CA),不加入酵母组作为对照,进行自然发酵。

2) 浸渍作用对蒸馏酒酒的影响 本文设计了红地球葡萄进行清汁发酵和浸渍发酵的试验对比。按照表 1 实验设计,6 个罐进行浸渍发酵,清汁发酵组作为对照。

3) 温度设置 结合红地球上市时的季节温度 15℃(一般在 9 月下旬~12 月中旬),分别设置低温组(温度设置在 15℃),温度较高的高温组(温度设置在 25℃)。按照表 1 实验设计,6 个罐的发酵温度(包含浸渍)保持在 25℃左右,发酵温度在 15℃左右的实验组为对照。

4) 辅料添加 实验中的辅料添加主要是指果胶酶和膨润土的添加。按照表 1 实验设计,8 个罐中添加辅料(果胶酶 20 mg/L,膨润土 1.2 g/L)进行酿造,不添加辅料实验组为对照。

1.2.2 原酒及蒸馏酒理化指标的测定 参照 GB/T 15038-2006《葡萄酒、果酒通用分析方法》测定原酒及蒸馏酒的基本理化指标。

参照 GB 5009.266-2016《食品安全国家标准食品中甲醇的测定》中的方法测蒸馏酒的甲醇含量。

1.2.3 蒸馏酒挥发物质的测定 酒体挥发性成分的测定采用 SPME-GC/MS 法,取 5 mL 酒体加入

到 15 mL 样品瓶中,同时加入 1.0 g NaCl 和内标溶液后密封样品瓶,在 40℃,180 r/min 条件平衡 30 min,然后插入萃取头萃取 30 min 后进样,解析 8 min。升温程序为:50℃保持 1 min,然后以 3℃/min 的速率升到 220℃,保持 5 min。载气为氮气,平均线速率为 25 cm/s。采用不分流进样模式,所有质谱在电子能量 70 eV 条件下冲击,质量扫描范围为 29~350  $m/z$ <sup>[30]</sup>。

采用标准品保留时间对比、NIST14 谱库查询及与 NIST Chemical webbook 保留指数(RI)对比定性化合物。采用内标-标准曲线定量法对化合物进行定量,对没有标样的化合物采用内标法进行半定量,内标物为 4-甲基-2-戊醇。

1.2.4 数据分析 数据的基本统计分析使用 SPSS 22(美国 SPSS 公司)进行独立样本  $t$  检验;常规图表的绘制采用 Origin 2019(美国 OriginLab 公司)。

## 2 结果与分析

### 2.1 添加酵母对红地球葡萄酒的影响

#### 2.1.1 添加酵母对红地球葡萄发酵原酒的影响

对 12 组影响因素实验组合的发酵原酒基本理化指标进行测量,结果见表 2。实验设计中,关于添加酵母的单因素实验有 4 组,分别为 IMH-1 和 SMH-1、IML-1 和 SML-1、ICH-1 和 SCH-1、ICL-1 和 SCL-1。将是否添加酵母实验组的理化指标用 SPSS 软件进行独立样本  $t$  检验,结果见表 3,可知是否添加酵母对红地球发酵原酒的总酸含量影响不显著,对残糖含量有显著影响,其中添加酵母对发酵原酒的 pH 值和酒精度影响极显著。

表 2 各单因素实验发酵原酒理化指标

Table 2 Physical and chemical indexes of raw wine fermented by single factor experiment

分组	各单因素实验发酵原酒理化指标			
	pH 值	残糖/ $g \cdot L^{-1}$	总酸/ $g \cdot L^{-1}$	酒精度/%vol
IMH-1	3.866 ± 0.005	3.660 ± 0.160	3.504 ± 0.016	8.120 ± 0.001
SMH-1	3.120 ± 0.001	4.870 ± 0.151	5.553 ± 0.186	4.160 ± 0.004
IML-1	3.730 ± 0.017	5.126 ± 0.174	3.076 ± 0.145	7.030 ± 0.003
SML-1	3.093 ± 0.005	4.640 ± 0.199	3.655 ± 0.133	5.450 ± 0.006
ICH-1	3.846 ± 0.005	2.233 ± 0.189	2.496 ± 0.172	7.980 ± 0.002
SCH-1	3.156 ± 0.015	5.780 ± 0.291	4.149 ± 0.203	7.000 ± 0.001
ICL-1	3.433 ± 0.005	4.046 ± 0.670	4.433 ± 0.080	6.240 ± 0.105

(续表 2)

分组	各单因素实验发酵原酒理化指标			
	pH 值	残糖/ $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$	总酸/ $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$	酒精度/ $\%vol$
SCL-1	$3.320 \pm 0.001$	$2.180 \pm 0.416$	$4.269 \pm 0.230$	$6.730 \pm 0.158$
SCH-0	$3.363 \pm 0.005$	$7.606 \pm 0.321$	$3.846 \pm 0.130$	$6.780 \pm 0.003$
SMH-0	$3.150 \pm 0.001$	$8.156 \pm 0.442$	$4.714 \pm 0.176$	$5.990 \pm 0.001$
SCL-0	$3.416 \pm 0.005$	$7.300 \pm 0.793$	$3.709 \pm 0.194$	$6.890 \pm 0.058$
SML-0	$3.246 \pm 0.005$	$8.136 \pm 0.346$	$5.117 \pm 0.246$	$4.870 \pm 0.125$

表 3 添加酵母单因素实验发酵原酒理化指标的独立样本  $t$  检验Table 3 The independent sample  $t$  test of the physicochemical indexes of the fermentation stock solution in the single factor experiment when yeast was added

分组	Sig 显著性因数			
	pH 值 *	残糖/ $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ #	总酸/ $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$	酒精度/ $\%vol$ *
IMH-1 & SMH-1	0.000	0.017	0.514	0.002
IML-1 & SML-1	0.000	0.041	0.413	0.000
ICH-1 & SCH-1	0.000	0.071	0.067	0.001
ICL-1 & SCL-1	0.001	0.790	0.029	0.313

注:以上均为重复测定结果;# 为影响显著( $P < 0.05$ ),\* 为影响极显著( $P < 0.01$ ),未标注为影响不显著。

2.1.2 添加酵母对红地球葡萄蒸馏酒的影响 对 12 组影响因素实验组合的蒸馏酒基本理化指标进行测量,结果见表 4。对添加酵母单因素实验结果进行分析,差异最明显的实验组为 IMH-1 和 SMH-1,这两组单因素实验蒸馏酒的指标(图 1a),添加酵母总酸含量比不添加组低,两组蒸馏酒的酒精度差异较小,添加酵母组酒精含量略高于不添加组。对两组蒸馏酒进行挥发性物质分析,红地球蒸馏酒中高级醇的主要成分为异丁醇和异戊醇,添加酵母组蒸馏酒的异戊醇含量是不添加酵母的 1.5 倍,酯类以乙酸乙酯为主,不添加酵母组的含量是添加酵母组的近 4 倍(见表 5),在总酯含量上,不添加酵母的实验组比添加酵母的实验组

高,推测这个现象可能是因为红地球葡萄表面的果粉中含有多种野生酵母菌,前人研究发现红地球葡萄表皮上含有多种优良的酵母菌种,因此利用其进行自然酒精发酵具有良好的前景。酵母代谢产物包括醇类、酸类、酯类等<sup>[31]</sup>,多种酵母菌的作用能产生更多的风味物质<sup>[32]</sup>,而接入商用酵母与这些自然酵母产生竞争作用,从而抑制非酿酒酵母的生长,故自然发酵的红地球蒸馏酒酯类含量较丰富。自然发酵需要更长的发酵周期,然而 2 个单因素实验组最终所得红地球蒸馏酒的酒精度并无明显差距。为了得到更好的风味,红地球蒸馏酒的最佳发酵方式是不添加商业酵母,进行自然发酵。

表 4 各单因素实验蒸馏酒理化指标

Table 4 Physical and chemical indexes of distilled liquor in each single factor experiment

分组	各单因素实验蒸馏酒理化指标			
	总酸/ $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$	挥发酸/ $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$	酒精度/ $\%vol$	甲醇/ $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$
IMH-1	$4.493 \pm 0.158$	$0.324 \pm 0.012$	$36.890 \pm 0.169$	$0.318 \pm 0.003$
SMH-1	$5.553 \pm 0.186$	$0.457 \pm 0.055$	$36.395 \pm 0.063$	$0.301 \pm 0.002$
IML-1	$3.076 \pm 0.145$	$0.289 \pm 0.040$	$37.375 \pm 0.063$	$0.327 \pm 0.001$
SML-1	$3.655 \pm 0.133$	$0.308 \pm 0.026$	$36.665 \pm 0.077$	$0.369 \pm 0.007$
ICH-1	$2.496 \pm 0.172$	$0.263 \pm 0.051$	$39.695 \pm 0.078$	$0.275 \pm 0.005$
SCH-1	$4.149 \pm 0.203$	$0.335 \pm 0.01$	$37.860 \pm 0.014$	$0.314 \pm 0.006$

(续表 4)

分组	各单因素实验蒸馏酒理化指标			
	总酸/ $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$	挥发酸/ $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$	酒精度/ $\% \text{vol}$	甲醇/ $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$
ICL-1	$4.433 \pm 0.081$	$0.357 \pm 0.015$	$32.405 \pm 0.502$	$0.173 \pm 0.003$
SCL-1	$4.269 \pm 0.231$	$0.343 \pm 0.055$	$36.285 \pm 0.431$	$0.714 \pm 0.002$
SCH-0	$3.846 \pm 0.130$	$0.318 \pm 0.076$	$38.535 \pm 0.601$	$0.281 \pm 0.003$
SMH-0	$4.714 \pm 0.176$	$0.371 \pm 0.090$	$35.175 \pm 0.417$	$0.311 \pm 0.001$
SCL-0	$3.709 \pm 0.194$	$0.324 \pm 0.015$	$33.685 \pm 0.558$	$0.291 \pm 0.004$
SML-0	$5.117 \pm 0.246$	$0.422 \pm 0.049$	$33.310 \pm 0.466$	$0.304 \pm 0.006$

## 2.2 浸渍对红地球葡萄酒的影响

2.2.1 浸渍对红地球葡萄发酵原酒的影响 实验设计中,关于是否浸渍的单因素实验有 6 组,分别为 IMH-1 和 ICH-1、SMH-1 和 SCH-1、IML-1 和 ICL-1、SML-1 和 SCL-1、SCH-0 和 SMH-0、SCL-0 和 SML-0。测量 6 组浸渍单因素实验组发酵原酒的基本理化指标,将各实验组的理化指标用 SPSS 软件进行独立样本  $t$  检验,所得的显著性差异结果见表 6,浸渍作用对红地球发酵原酒的残糖含量和酒精度影响不显著,对 pH 值有显著的影响,对总酸含量影响极显著。

2.2.2 浸渍对红地球葡萄蒸馏酒的影响 在红葡萄酒酿造过程中,将葡萄表皮、果籽和果梗浸泡在葡萄汁中,葡萄本身的颜色、香气、化合物及单宁便被萃取出来,从而使得最终酿成的葡萄酒颜色更深,香气更浓,化合物和单宁也更高。浸渍过程可以在发酵之前或之后进行,也可以同发酵一起进行,因而浸渍过程对葡萄酒酿造尤为重要。普遍观念中认为相比于酿酒葡萄,红地球葡萄的香气过浓,制作的蒸馏酒可能会出现香气突兀、不够宜人等问题,因此浸渍是研究酿造优良鲜食葡萄蒸馏酒工艺的关键。

对浸渍发酵组和清汁发酵组所得蒸馏酒的指标进行对比,结果见图 1b。清汁组的含酸量略高于浸渍组,浸渍发酵蒸馏酒的酒精度略高于清汁发酵组。对浸渍发酵组和清汁发酵组的红地球蒸馏酒的挥发性成分进行对比分析,浸渍发酵的红地球蒸馏总酯含量更高,清汁组的异丁醇含量是浸渍组的 1.5 倍,高级醇是蒸馏酒酿造中不可避免的副产物,能增进苯乙醇的特殊芳香,并可衬托酯香,然而含量较高会影响酒质和人体健康,为了蒸馏酒的饮用安全和更好风味,红地球蒸馏酒的

最佳发酵方式为浸渍发酵。

## 2.3 温度对红地球葡萄酒的影响

2.3.1 温度对红地球葡萄发酵原酒的影响 实验设计中,从生产的经济成本和蒸馏酒品质角度出发,将红地球原料分别置于高温( $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ )和低温( $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ )2 个不同的温度。关于高、低温的单因素实验有 6 组,分别为 IMH-1 和 IML-1、SMH-1 和 SML-1、ICH-1 和 ICL-1、SCH-1 和 SCL-1、SCH-0 和 SCL-0、SMH-0 和 SML-0。对 6 组单因素实验的基本理化指标进行测量,将各实验组发酵原酒的理化指标用 SPSS 软件进行独立样本  $t$  检验,所得的显著性差异结果见表 7。温度对红地球发酵原酒的残糖和酒精度影响不显著,对 pH 值、总酸含量有极显著的影响。

2.3.2 温度对红地球蒸馏酒的影响 温度是影响酒精发酵时间、速度和最终葡萄酒质量的重要参数之一,通过低温发酵生产的葡萄酒通常被认为具有良好的感官品质。然而,市售的商业葡萄酒发酵菌株很少能很好地在低温( $10\sim 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ )下发酵<sup>[33]</sup>,且 Anuna 等<sup>[34]</sup>的研究表明,在不同时间将温度变化至  $11\text{ }^{\circ}\text{C}$  和  $36\text{ }^{\circ}\text{C}$  并不能提高酒精产率,发酵温度和时间也影响了葡萄酒的总可溶性固形物、比重、pH 值和浊度。然而,葡萄酒的总可滴定酸度,挥发性酸度,固定酸度,蛋白质和灰分含量不受发酵温度和时间变化的影响<sup>[35]</sup>。黄静<sup>[36]</sup>发现红地球葡萄酒的酚类物质变化规律与其它鲜食葡萄不同,低温条件会提高红地球葡萄酒中的总酚含量。田晓菊等<sup>[37]</sup>研究影响石榴酒发酵过程中甲醇和高级醇生成量的因素,结果表明主发酵温度越高,发酵时间缩短,而酒中甲醇和高级醇含量越高。研究表明发酵温度高于  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  后,酒中的甲醇含量随温度升高而增加<sup>[38]</sup>,在  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$  时达到  $1.24\text{ g/L}$ ,本文设计

表 5 单因素实验蒸馏酒的主要香气成分  
Table 5 The main aroma components of single-factor experimental distilled spirits

香气成分	香气描述	不同单因素条件下蒸馏酒香气成分含量/ $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$										OAV			
		IMH-1	SMH-1	IML-1	ICL-1	ICH-1	ICL-1	SCL-1	SCL-0	阈值					
酯类	乙酸乙酯	4 966 285.30 ± 18 570 138.76 ± 5 260 224.48 ± 1 386 285.50 ± 1 635 662.33 ± 1 386 285.50 ± 14 864 564.16 ± 1 077 669.11 ± 7 500	31 110.97	40 621.49	3 093.36	69 616.27	3 093.36	666 911.37	326.34						>1
	己酸乙酯	1 492.65 ± 122.82	36.20 ± 5.73	1 609.32 ± 375.60	2 876.92 ± 837.83	6 997.87 ± 703.06	2 876.92 ± 837.83	968.16 ± 58.23	-						>1
	乳酸乙酯	13 062 452.25 ± 1 883 043.76 ± 1 746 884.40 ± 1 572 108.25 ± 9 129 175.20 ± 1 572 108.25 ± 3 544 349.70 ± 2 701 264.24 ± 50	7 259.75	75 688.87	7 170.31	3 432 735.56	7 170.31	74 288.79	381 365.90						>1
醇类	乙酸苯乙酯	26 635.19 ± 428.33	7 362.37 ± 444.52	7 838.76 ± 3 641.95	11 917.05 ± 933.13	203 257.73 ± 73 483.33	11 917.05 ± 4 933.13	4 757.48 ± 731.29	57.55						>1
	异丁醇	107 963.62 ± 6 890.14	17 939.56 ± 123.88	60 550.28 ± 23 984.21	90 022.46 ± 791.10	191 846.08 ± 36 635.57	90 022.46 ± 791.10	12 064.53 ± 157.72	8 025.48 ± 259.99						-
	异戊醇	1 303.17 ± 914.09	894.78 ± 93.44	6 538.20 ± 1 189.16	4 825.42 ± 63.54	10 877.24 ± 7 388.45	4 825.42 ± 63.54	2 783.82 ± 593.48	560.49 ± 85.90						>0.1
酸类	香茅醇	12.10 ± 0.009	11.89 ± 5.75	76.96 ± 4.51	230.41 ± 82.68	198.61 ± 69.65	230.41 ± 82.68	-	15.20 ± 0.29						>0.1
	己酸	21 155.74 ± 2 026.63	4 549.03 ± 486.54	40 780.35 ± 5 825.07	52 070.12 ± 5 215.68	79 097.11 ± 41 227.37	52 070.12 ± 5 215.68	16 095.49 ± 960.53	2 667.91 ± 95.54						>1
	辛酸	6 710.89 ± 397.65	1 984.79 ± 27.64	12 531.15 ± 870.09	18 496.75 ± 5 456.50	30 735.28 ± 14 095.91	18 496.75 ± 5 456.50	4 179.40 ± 975.59	1 021.13 ± 90.50						>1
酚类	苯酚	545.99 ± 30.108	109.18 ± 9.97	889.18 ± 163.84	711.40 ± 67.05	2 590.56 ± 70.46	711.40 ± 67.05	402.52 ± 28.72	65.74 ± 11.80						-
	苯甲醛	2 177.31 ± 143.72	387.70 ± 29.71	3 865.62 ± 729.33	6 421.00 ± 127.85	7 482.78 ± 2 813.38	6 421.00 ± 127.85	1 918.40 ± 83.68	288.32 ± 41.58						>0.1
	糠醛	347 471.06 ± 4 769.77	36 908.51 ± 915.74	394 690.28 ± 80 487.17	473 584.68 ± 7 304.71	515 855.47 ± 2 038.08	473 584.68 ± 7 304.71	134 109.04 ± 6 600.58	13 468.95 ± 2 094.30						>0.1

注：“-”表示没有检测到某种成分或没有查找到相应阈值。

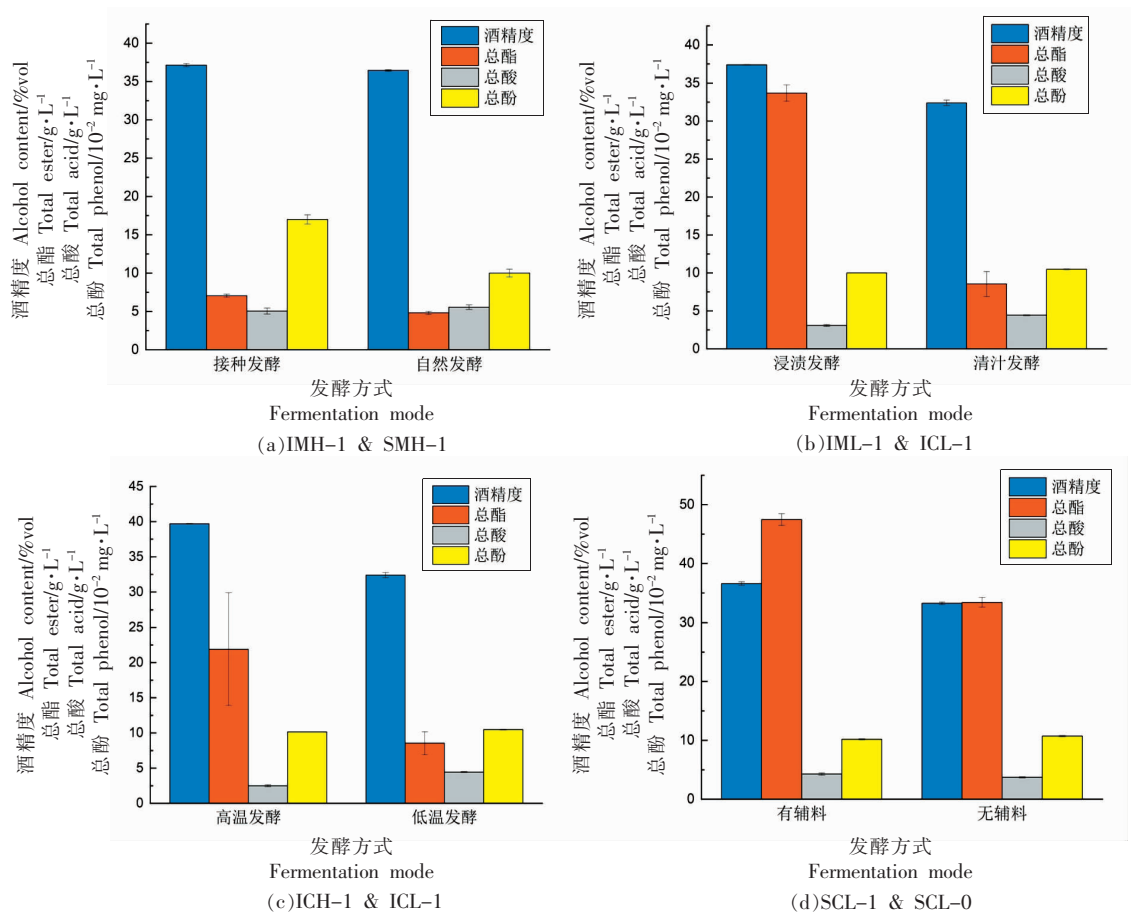


图1 各单因素对比实验组蒸馏酒的理化指标

Fig.1 Comparison of physical and chemical indicators of distilled liquor in experimental group by single factor

表6 浸渍单因素实验发酵原酒理化指标的独立样本t检验

Table 6 The independent sample t test of the physicochemical indexes of the fermentation stock solution in the single factor experiment of maceration

分组	Sig 显著性因数			
	pH 值 #	残糖/g·L <sup>-1</sup>	总酸/g·L <sup>-1*</sup>	酒精度/%vol
IMH-1 & ICH-1	0.013	0.001	0.000	0.421
SMH-1 & SCH-1	0.014	0.008	0.000	0.000
IML-1 & ICL-1	0.000	0.099	0.000	0.001
SML-1 & SCL-1	0.000	0.001	0.002	0.001
SCH-0 & SMH-0	0.000	0.158	0.000	0.011
SCL-0 & SML-0	0.000	0.169	0.000	0.000

注:以上均为重复测定结果;#为影响显著(P<0.05),\*为影响极显著(P<0.01),未标注为影响不显著。

表7 温度单因素实验发酵原酒独立样本t检验

Table 7 The independent sample t test of the physicochemical indexes of the fermentation stock solution in the single factor experiment with temperature

分组	Sig 显著性因数			
	pH 值 *	残糖/g·L <sup>-1</sup>	总酸/g·L <sup>-1*</sup>	酒精度/%vol
IMH-1 & IML-1	0.003	0.000	0.001	0.002
SMH-1 & SML-1	0.015	0.192	0.002	0.002

(续表 7)

分组	Sig 显著性因数			
	pH 值 *	残糖/g·L <sup>-1</sup>	总酸/g·L <sup>-1</sup> *	酒精度/%vol
ICH-1 & ICL-1	0.000	0.011	0.000	0.000
SCH-1 & SCL-1	0.003	0.000	0.003	0.021
SCH-0 & SCL-0	0.000	0.568	0.019	0.084
SMH-0 & SML-0	0.001	0.954	0.005	0.001

注:以上均为重复测定结果;# 为影响显著( $P<0.05$ ),\* 为影响极显著( $P<0.01$ ),未标注为影响不显著。

的不同温度下实验组合中,甲醇含量在 0.2~0.4 g/L 之间,符合 GB 2757-2012《食品安全国家标准蒸馏酒及其配制酒》( $<2.0$  g/L)的要求。

将高温(25 ℃)发酵组和低温(15 ℃)发酵组所得蒸馏酒的指标进行对比,结果见图 1c。通常,葡萄酒发酵所需的时间与发酵温度成反比。通过高温发酵和低温发酵实验组相比,前者的发酵周期更短、所得蒸馏酒的酒精度含量也更高。然而,低温发酵红地球蒸馏酒的总酸含量是高温发酵蒸馏酒的近 2 倍。高温发酵组蒸馏酒的酒精度相比低温发酵组提高了约 24%。温度对红地球蒸馏酒的总酚含量影响不大,低温发酵组的总酚含量略高于高温发酵组,高温发酵组蒸馏酒的总酯含量高于低温发酵组。对高温发酵组和低温发酵组的红地球蒸馏酒的挥发性成分进行对比分析,结果见表 8。其中,高温发酵组的高级醇含量约为低温发酵组的 2.2 倍。低温发酵红地球蒸馏酒的酸含

量明显高于高温发酵蒸馏酒,总酸含量相对较高的蒸馏酒风味更佳。综合考虑红地球蒸馏酒的风味、安全因素和红地球葡萄的季节性因素后,出于饮用安全考虑应该选用低温发酵,但需要更长的发酵周期。

## 2.4 辅料对红地球葡萄酒的影响

2.4.1 辅料对红地球葡萄发酵原酒的影响 实验设计中,关于是否添加辅料(果胶酶、膨润土)的单因素实验有 4 组,分别为 SCH-1 和 SCH-0、SMH-1 和 SMH-0、SCL-1 和 SCL-0、SML-1 和 SML-0。测量 4 组是否添加辅料单因素实验发酵原酒的基本理化指标,将各实验组的理化指标用 SPSS 软件进行独立样本  $t$  检验,所得的显著性差异结果见表 8。由表可知是否添加辅料对红地球发酵原酒的 pH 值、残糖含量、总酸含量和酒精度的影响,其中辅料对发酵原酒的 pH 值、残糖含量影响极显著,对总酸含量影响显著。

表 8 添加辅料单因素实验发酵原酒理化指标的独立样本  $t$  检验

Table 8 The independent sample  $t$  test of the physicochemical indexes of the fermentation stock solution in the single factor experiment when adding auxiliary materials

分组	Sig 显著性因数			
	pH 值 *	残糖/g·L <sup>-1</sup> *	总酸/g·L <sup>-1</sup> #	酒精度/%vol
SCH-1 & SCH-0	0.001	0.002	0.002	0.052
SMH-1 & SMH-0	0.000	0.003	0.000	0.001
SCL-1 & SCL-0	0.001	0.001	0.006	0.344
SML-1 & SML-0	0.000	0.000	0.064	0.012

注:以上均为重复测定结果;# 为影响显著( $P<0.05$ ),\* 为影响极显著( $P<0.01$ ),未标注为影响不显著。

2.4.2 辅料对红地球葡萄蒸馏酒的影响 普遍认为果胶酶有水解果胶和降解发酵物质结构的作用,而 Petrobulos 等<sup>[39]</sup>研究发现果胶酶可以在浸渍过程中促进将所需酚类萃取到液体中,这对提高发酵技术具有很大的作用。Liu 等<sup>[40]</sup>研究了添加果胶酶对柿子酒理化特性及抗氧化活性影响,结果

表明,果胶酶使柿子酒酚类物质含量升高,抗氧化活性升高,乙酸含量降低。

对添加辅料(果胶酶、膨润土)实验组和不添加辅料实验组所得蒸馏酒的指标进行对比,结果见图 1d。由图可知,添加辅料组红地球蒸馏酒的总酯含量是不添加辅料组发酵蒸馏酒的 1.3 倍。



同时,添加辅料组蒸馏酒的酒精度相比不添加辅料组提高了10%左右,二者的总酸与总酚含量相近。对添加辅料组和不添加辅料组的红地球蒸馏酒的挥发性成分进行比对分析,结果见表5。由表可知,添加辅料组的高级醇含量约为不添加辅料组的1.5倍。添加辅料组糠醛、苯甲醛等醛类物质的含量要明显高于不添加辅料组,这些物质对蒸馏酒的风味有着重要的作用,提供坚果味和过熟的苹果味。添加辅料组的高级醇含量虽略高于不添加辅料组,但添加辅料实验组的总酯和其它芳香类物质的含量要明显高于不添加辅料实验组,故为了蒸馏酒具有更好的风味,红地球蒸馏酒的最佳处理方法为添加辅料。

主成分分析能够反映蒸馏酒不同处理方式与风味组分间的关系<sup>[41]</sup>,为了分析不同单因素发酵酒样间的差异,本实验对OAV>0.1的香气成分进行主成分分析,前两个主成分分别占了总方差的48.21%和38.35%,两个方差累计贡献86.56%,香气成分和供试酒样在前两个主成分上的载荷见图2。该图反映出不同单因素条件下蒸馏酒酒样间的香气差异。其中,酯类香气和酸类香气均环绕在低温发酵处理组附近,醇类香气、醛类香气和酚类香气聚集在浸渍处理和自然发酵周围,而在较高温度下,采用清汁进行酵母发酵的酒样周围没有香气分布。

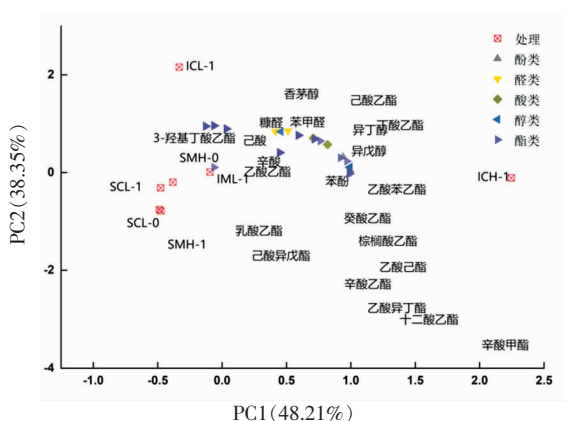


图2 主要香气成分(OAV>0.1)载荷及不同单因素条件下酒样分布图

Fig.2 Main aroma components (OAV>0.1) load and wine sample distribution under different single factor conditions

### 3 结论

蒸馏酒的基酒在发酵过程中会受到酵母添加、浸渍作用、发酵温度和添加辅料等多种工艺因素的影响。本研究对相关发酵条件进行了研究,旨在探究蒸馏酒的最佳发酵工艺与组合,实现高质节本的鲜食红地球葡萄蒸馏酒的最佳酿造工艺。通过对不同发酵条件的研究发现,进行自然发酵的蒸馏酒含有更高的酯含量和总酸,同时具有较低的高级醇含量,从一定程度上提高了蒸馏酒的质量、降低了发酵难度、节约了酵母使用成本。同时,浸渍发酵的蒸馏酒的总酯含量明显高于清汁发酵组的蒸馏酒,低温(15℃)下进行红地球蒸馏酒的酿造能大幅降低高级醇的含量,并且添加辅料使得蒸馏酒中酯类物质的含量较高,有利于酒的香气风味。综合以上分析和对合阳当地生产实际的考虑得出结论,红地球蒸馏酒的最佳酿造方法为:在较低的温度(15℃)条件下,自然启酵并进行浸渍发酵,同时进行辅料的添加(果胶酶、膨润土)。使用该工艺方法酿造的红地球蒸馏酒能具有较高的酯含量和酸含量,具有较好的风味和良好的光泽度。

### 参 考 文 献

- [1] 崔春红, 刘林林, 葛邦国. 新疆红提凉果加工技术研究[J]. 中国果菜, 2012, 170(6): 40-42.  
CUI C H, LIU L L, GE B G. Study on the processing technology of Xinjiang Red Chilled fruit[J]. Chinese Fruit and Vegetable, 2012, 170(6): 40-42.
- [2] 牟开萍, 吕晨菲, 杨静慧, 等. 市售不同产地‘红地球’葡萄品质差异分析[J]. 天津农学院学报, 2019, 26(3): 43-46.  
MOU K P, LÜ C F, YANG J H, et al. Analysis on the quality difference of ‘Red Globe’ grapes from different producing areas on the market[J]. Journal of Tianjin Agricultural College, 2019, 26(3): 43-46.
- [3] 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. The booming Chinese grape industry[J]. Chinese and Foreign Grapes and Wine, 2020, 229(1): 1-8.
- [4] 穆维松, 冯建英, 田东, 等. 我国鲜食葡萄产业的

- 国际贸易与国内需求形势[J]. 中国果树, 2019, 196(2): 5-10.
- MU W S, FENG J Y, TIAN D, et al. The international trade and domestic demand of the table grape industry in China[J]. China Fruits, 2019, 196(2): 5-10.
- [5] 牛之瑞, 王秀君, 于毅涛, 等. 液相色谱-质谱联用同时测定白酒中8种甜味剂[J]. 食品科学, 2016, 37(2): 178-181.
- NIU Z R, WANG X J, YU Y T, et al. Simultaneous determination of 8 sweeteners in liquor by liquid chromatography-mass spectrometry[J]. Food Science, 2016, 37(2): 178-181.
- [6] 杨丽萍, 黄新泉, 单春会, 等. 红提葡萄生产白兰地发酵工艺研究[J]. 食品工业, 2019, 40(1): 64-68.
- YANG L P, HUANG X Q, SHAN C H, et al. Study on the fermentation process of brandy produced from red grape[J]. Food Industry, 2019, 40(1): 64-68.
- [7] 王泽举. 新疆, 甘肃地区葡萄酒相关酵母菌的鉴定及多样性研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2008.
- WANG J Z. Identification and diversity of wine-related yeasts in Xinjiang and Gansu [D]. Yangling: Northwest A&F University, 2008.
- [8] ZHU F M, DU B, LI J. Grape and wine biotechnology[M]. Rijeka: InTech, 2016: 273-283.
- [9] 刘秀华, 刘永杰, 张英萍, 等. 不同酵母发酵对柿子蒸馏酒的影响[J]. 酿酒科技, 2019(2): 78-80.
- LIU X H, LIU Y J, ZHANG Y P, et al. Effect of different yeast fermentation on persimmon distilled liquor[J]. Brewing Technology, 2019(2): 78-80.
- [10] 谢苏燕, 舒楠, 金宇宁, 等. 不同酿酒酵母对山葡萄北国蓝蒸馏酒挥发性物质的影响[J]. 中国酿造, 2020, 39(6): 150-154.
- XIE S Y, SHU N, JIN Y N, et al. Effects of different *Saccharomyces cerevisiae* on the volatile compounds in the distilled wine of *Vitis vinifera* Beiguolan[J]. China Brewing, 2020, 39(6): 150-154.
- [11] 徐亚男, 张彦位, 刘研, 等. 优良酵母菌连续混合发酵赤霞珠葡萄酒的研究[J]. 中国酿造, 2014, 33(5): 85-89.
- XU Y N, ZHANG Y W, LIU Y, et al. Study on continuous fermentation of *Cabernet Sauvignon* wine by excellent yeast[J]. China Brewing, 2014, 33(5): 85-89.
- [12] 马文瑞, 魏玉洁, 邹弯, 等. 新疆葡萄酒高产酸酿酒酵母菌的筛选和发酵条件优化[J]. 食品与发酵工业, 2017, 43(7): 134-140.
- MA W R, WEI Y J, ZOU W, et al. Screening of *Saccharomyces cerevisiae* high-acid-producing *Saccharomyces cerevisiae* and optimization of fermentation conditions[J]. Food and Fermentation Industry, 2017, 43(7): 134-140.
- [13] 孙艺. 桑葚酒加工工艺与风味物质的研究[D]. 天津: 天津农学院, 2020.
- SUN Y. Research on the processing technology and flavor substances of mulberry wine[D]. Tianjin: Tianjin Agricultural College, 2020.
- [14] LISJAK K. et al. Effect of extraction time on content, composition and sensory perception of proanthocyanidins in wine-like medium and during industrial fermentation of *Cabernet Sauvignon*[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2020, 100(5): 1887-1896.
- [15] 成正龙, 王千存, 彭涛, 等. 几种浸渍方式对葡萄酒酒质影响探讨[J]. 中国酿造, 2012, 31(6): 155-157.
- CHENG Z L, WANG Q C, PENG T, et al. Effects of different maceration methods on wine quality[J]. China Brewing, 2012, 31(6): 155-157.
- [16] FERRER-GALLEGO R, HERNÁNDEZ-HIERRO J M, RIVAS-GONZALO J C, et al. Sensory evaluation of bitterness and astringency sub-qualities of wine phenolic compounds: Synergistic effect and modulation by aromas[J]. Food Research International, 2014, 62: 1100-1107.
- [17] 王浩臣, 马吉祥, 陈新军, 等. 鲜食白木纳格蒸馏酒的发酵工艺优化[J]. 食品工业科技, 2020, 41(11): 117-124.
- WANG H C, MA J X, CHEN X J, et al. Optimization of fermentation process of fresh food Baimu Nagar distilled wine[J]. Science and Technology of Food Industry, 2020, 41(11): 117-124.
- [18] 张宝善, 陈锦屏, 杨莉, 等. 甲醇和杂醇油在红枣发酵酒中的变化及其控制研究[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2004(4): 24-28.
- ZHANG B S, CHEN J P, YANG L, et al. Study on the change and control of methanol and fusel oil in jujube fermented wine[J]. Journal of Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry

- (Natural Science Edition), 2004(4): 24–28.
- [19] 姚万欣. 固态发酵法生产梨酒中甲醇的生成控制研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2016.  
YAO W X. Study on the control of methanol formation in the production of pear wine by solid state fermentation[D]. Taian: Shandong Agricultural University, 2016.
- [20] 刘文. 桃酒中甲醇形成机理及其影响因素[D]. 济南: 齐鲁工业大学, 2019.  
LIU W. The formation mechanism and influencing factors of methanol in peach wine[D]. Jinan: Qilu University of Technology, 2019.
- [21] 夏娜, 张双霞, 张莉, 等. 香梨酒中甲醇产生的原因及控制方法研究[J]. 中国食物与营养, 2011, 17(9): 59–62.  
XIA N, ZHANG S X, ZHANG L, et al. Research on the causes and control methods of methanol in pear liquor[J]. Food and Nutrition in China, 2011, 17(9): 59–62.
- [22] 李华, 王华, 袁春龙, 等. 葡萄酒工艺学[M]. 北京: 科学出版社, 2007: 207–208.  
LI H, WANG H, YUAN C L, et al. Wine technology[M]. Beijing: Science Press, 2007: 207–208.
- [23] 李艳松. 果胶酶对葡萄酒酿制过程中甲醇及杂醇油含量的影响[D]. 南宁: 广西大学, 2012.  
LI Y S. The effect of pectinase on the content of methanol and fusel oil during winemaking[D]. Nanning: Guangxi University, 2012.
- [24] VIDAL E E, BILLERBECK G M, SIMOES D A, et al. Influence of nitrogen supply on the production of higher alcohols/esters and expression of flavor related genes in cachaça fermentation[J]. Food Chemistry, 2013, 138(1): 701–708.
- [25] 田欢, 杨丽萍, 单春会, 等. 红提葡萄不同发酵阶段功能性及抗氧化性研究[J]. 中国调味品, 2020, 45(5): 50–54.  
TIAN H, YANG L P, SHAN C H, et al. Study on functionality and antioxidant of Red Grape in different fermentation stages[J]. China Condiment, 2020, 45(5): 50–54.
- [26] 李睿, 倪辉, 李婷, 等. 琯溪蜜柚蒸馏酒香气特征及风味成分分析[J]. 食品科学, 2019, 40(12): 232–236.  
LI R, NI H, LI T, et al. Analysis of aroma characteristics and flavor components of guanxi honey pomelo distilled liquor[J]. Food Science, 2019, 40(12): 232–236.
- [27] SPAHO N, DÜRR P, GRBA S, et al. Effects of distillation cut on the distribution of higher alcohols and esters in brandy produced from three plum varieties[J]. Journal of the Institute of Brewing, 2013, 119(12): 48–56.
- [28] 孙中贯, 刘琳, 王亚平, 等. 酿酒酵母高级醇代谢研究进展[J]. 生物工程学报, 2021, 37(1): 1–20.  
SUN Z G, LIU L, WANG Y P, et al. Advances in higher alcohols metabolism by *Saccharomyces cerevisiae* a mini review[J]. Chinese Journal of Biotechnology, 2021, 37(1): 1–20.
- [29] 徐建坤, 张旺, 肖婧, 等. 红提葡萄中酵母菌多样性的研究[J]. 中国酿造, 2019, 38(3): 40–45.  
XU J K, ZHANG W, XIAO J, et al. Study on the diversity of yeasts in red grape[J]. Chinese Brewing, 2019, 38(3): 40–45.
- [30] 蔡建, 朱保庆, 兰义宾, 等. 蛇龙珠与卡曼娜葡萄酒主要呈香物质鉴定[J]. 中国酿造, 2014, 33(5): 90–97.  
CAI J, ZHU B Q, LAN Y B, et al. Identification of impact odorants on Carménère red wines from China and Chile[J]. Chinese Brewing, 2014, 33(5): 90–97.
- [31] COMBINA M, ELIA A, MERCADO L, et al. Dynamics of indigenous yeast populations during spontaneous fermentation of wines from Mendoza, Argentina[J]. International Journal of Food Microbiology, 2005, 99(3): 237–243.
- [32] VIANA F, GIL J V, GENOVES S, et al. Rational selection of non-*Saccharomyces* wine yeasts for mixed starters based on ester formation and enological traits[J]. Food Microbiol, 2008, 25(6): 778–785.
- [33] WANG D Q, CHEN L Q, YANG F, et al. Yeasts and their importance to the flavor of traditional Chinese liquor: A review[J]. Review Article, 2019, 125: 214–221.
- [34] ANUNA M, AKPAPUNAM M. Effects of temperature and time on the qualities of pineapple wines obtained from must fermented with raffia-wine and up-wine yeast strains[J]. Discovery and Innovation, 1995, 7(2): 143–149.
- [35] LÓPEZ-MALO M, GARCÍA-RÍOS E, CHIVA R, et al. Functional analysis of lipid metabolism genes in wine yeasts during alcoholic fermentation at low

- temperature[J]. *Microbial Cell*, 2014, 1(11): 365–375.
- [36] 黄静. 鲜食葡萄酒特性及葡萄酒品质的研究[D]. 石河子: 石河子大学, 2014.  
HUANG J. Study on the winemaking characteristics and wine quality of table grapes[D]. Shihezi: Shihezi University, 2014.
- [37] 田晓菊, 张宝善, 张百刚. 影响石榴酒发酵过程中甲醇和杂醇油生成量的几个工艺因素[J]. *安徽农业科学*, 2009, 37(33): 16705–16707.  
TIAN X J, ZHANG B S, HANG B G. Several technological factors affecting the production of methanol and fusel oil during the fermentation of pomegranate wine [J]. *Anhui Agricultural Sciences*, 2009, 37(33): 16705–16707.
- [38] SOTO-VÁZQUEZ E, RIO-SEGADE S, ORRIOLS-FERNÁNDEZ I. Effect of the winemaking technique on phenolic composition and chromatic characteristics in young red wines[J]. *European Food Research and Technology*, 2010, 231(5): 789–802.
- [39] PETROPULOS V I, BOGEVA E, STAFILOV T, et al. Study of the influence of maceration time and oenological practices on the aroma profile of Vranec wines[J]. *Food Chemistry*, 2014, 165: 506–514.
- [40] LIU M M, YANG K, QI Y M, et al. Physico-chemical characteristics and antioxidant activity of persimmon wine by technology of pectinase addition and different pre-macerations [J]. *Journal of Food Processing and Preservation*, 2017, 42(2): e13452.
- [41] 钱冲, 廖永红, 刘明艳, 等. 不同香型白酒的聚类分析和主成分分析[J]. *中国食品学报*, 2017, 17(2): 243–255.  
QIAN C, LIAO Y H, LIU M Y, et al. Cluster analysis and principal component analysis of different flavor liquor [J]. *Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology*, 2017, 17(2): 243–255.

### Study on the Brewing Technology of Fresh Red Globe Grape Distilled Wine

Liu Junli<sup>1</sup>, Wu Di<sup>1</sup>, Gao Lei<sup>1</sup>, Jiang Jiao<sup>1,2,3</sup>, Song Yuyang<sup>1,2,3\*</sup>

<sup>1</sup>College of Enology, Northwest A&F University, Yangling 712100, Shaanxi

<sup>2</sup>Heyang Grape Experimental Demonstration Station, Northwest A&F University, Heyang 715300, Shaanxi

<sup>3</sup>Ningxia Helan Mountain's East Foothill Wine Experiment and Demonstration Station of Northwest A&F University, Yongning 750104, Ningxia)

**Abstract** Obeject: In this study, fresh Red Globe grapes were used as raw materials, combined with four factors including fermentation temperature, yeast strains, dipping conditions and whether to add auxiliary materials, to explore the effects of different fermentation conditions on the quality of Heyang Red Globe grape distilled wine. Methods: The study set four variables of different fermentation temperature (high temperature 25 °C, low temperature 15 °C), inoculation fermentation and natural fermentation, maceration and juice fermentation, addition of auxiliary materials and no auxiliary materials. This study designed 12 groups of influencing factor experimental combinations, and composed 20 groups of single factor comparisons experiments to investigate the physical and chemical indicators of red globe fermented basic wine and distilled wine and the differences in aroma substances such as esters, acids, phenols, aldehydes, etc. under single-factor changing conditions, in order to carry out the brewing process conditions of Heyang Red Globe grape distilled wine optimization. Result: The red globe grapes were naturally fermented under lower temperature and maceration, and the distilled wine obtained by adding auxiliary materials had high total ester content and acid content, relatively low higher alcohol content, and good flavor and luster. The Red Globe grape distilled wine obtained under this brewing process has good quality and balanced aroma. Conclusion: The basic wine of distilled wine will be affected by various technological factors such as inoculated or un-inoculated, maceration, fermentation temperature and addition of auxiliary materials during the fermentation process. The best brewing process obtained in this article is to solve the current excess red globe grape production, large accumulation, and storage difficulties and other issues to help the economic development of my country's Red Globe grape industry.

**Keywords** agricultural products; processing technology; Red Globe grape; fermentation; distilled liquor