

# 新疆产区白玉霓白兰地的工艺优化

邵永明, 王舒伟, 董荣, 慕静怡, 李桂林, 闫雪, 张珍珍

(新疆农业大学食品科学与药学院, 新疆乌鲁木齐 830000)

**摘要:** 本试验为了探究具有新疆特色的白兰地生产工艺, 将传统白兰地酿造和蒸馏工艺运用于新疆产区鲜食酿酒兼用的白玉霓(Ugni Blanc)葡萄品种上, 从是否选用清汁发酵、发酵前含糖量、初始 pH 值和陈酿橡木类型等方面, 对新疆产区白玉霓白兰地进行工艺优化研究, 得到最佳的工艺优化条件为: 原料采用清汁进行发酵, 调整初始糖为 20 °brix, 初始 pH 值为 3.5, 利用轻烘橡木进行陈酿处理; 最终的感官得分为: 91.03 分; 在经过轻烘橡木进行自然陈酿 6 个月之后, 酒体呈现金黄色, 酒体澄清透亮, 口感丰满协调, 风格良好; 通过描述性香气分析, 发现新疆产区白玉霓白兰地的干邑风味特征逐渐开始显现。在新疆产区白玉霓白兰地进行安全性优化试验, 最终得到甲醇含量为  $0.58 \pm 0.02$  g/L (GB 限量  $\leq 2.0$  g/L); 完全符合白兰地甲醇安全性标准。本研究通过模糊综合评判结合响应面法, 更为准确、科学和客观地对新疆产区白玉霓白兰地在酿造和陈酿工艺上进行优化, 对本土兼性葡萄白兰地工艺改进和挥发性香气成分描述及分析提供了理论支持。

**关键词:** 白玉霓白兰地; 模糊综合评价; 响应面优化; 描述性品质分析

文章篇号: 1673-9078(2021)06-222-230

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2021.6.0978

## Process Optimization for Ugni Blanc Brandy in Xinjiang Production Area

SHAO Yong-ming, WANG Shu-wei, DONG Rong, MU Jing-yi, LI Gui-lin, YAN Xue, ZHANG Zhen-zhen

(College of Food Science and Pharmacy, Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830000, China)

**Abstract:** In order to explore the production process of the brandy with Xinjiang characteristics, the traditional brandy brewing and distillation process was applied in this research to the Ugni Blanc grape varieties used for both fresh food and wine in Xinjiang production area. From the aspects of whether clear juice is used for fermentation, sugar content before fermentation, initial pH value and aged oak type, process optimization for the Ugni Blanc brandy in Xinjiang production area was carried out, to obtain the optimal processing conditions: the raw materials are fermented with clear juice is the raw material for fermentation, the initial sugar is adjusted to 20 °brix, the initial pH is 3.5, and the light-roasted oak is used for aging. The sensory score of resulting product was 91.030. After 6 months of natural aging in light-roasted oak, the wine body was in golden yellow color, clear and bright, with a full and harmonious taste and a good style. Through the descriptive aroma analysis, it was found that the characteristic cognac flavor of Ugni Blanc brandy gradually appeared. The safety optimization test was carried out on the Ugni Blanc brandy from the Xinjiang production area, and the final methanol content was  $0.580 \pm 0.02$  g/L (which fully met the brandy's methanol safety standard; GB  $\leq 2.0$  g/L). This research used fuzzy comprehensive evaluation combined with response surface methodology to optimize more accurately, scientifically and objectively the brewing and aging processes of Ugni Blanc brandy from Xinjiang production area, which provides theoretical support for the improvement of the local facultative grape brandy process and the description and analysis of volatile aroma components.

**Key words:** Ugni Blanc brandy; fuzzy comprehensive evaluation; response surface optimization; descriptive quality analysis

引文格式:

邵永明,王舒伟,董荣,等.新疆产区白玉霓白兰地的工艺优化[J].现代食品科技,2021,37(6):222-230,+71

SHAO Yong-ming, WANG Shu-wei, DONG Rong, et al. Process optimization for Ugni Blanc brandy in Xinjiang production area [J]. Modern Food Science and Technology, 2021, 37(6): 222-230, +71

白兰地是以葡萄为原料, 经过榨汁、去皮、去核、

收稿日期: 2020-10-24

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (31660547)

作者简介: 邵永明 (1996-), 男, 研究生, 研究方向: 食品加工安全

通讯作者: 张珍珍 (1984-), 女, 博士, 副教授, 研究方向: 农产品贮藏与加工

发酵等程序, 先得到含酒精较低的葡萄原酒, 葡萄原酒经过蒸馏后得到无色烈性酒; 再将得到的烈性酒放入橡木桶进行陈酿, 通过调配来达到理想的颜色、幽郁的味道和合适的酒精度, 从而得到优质的白兰地<sup>[1]</sup>。成品白兰地独特的香气来源于三大方面: 一是葡萄原料品种香, 二是蒸馏香, 三是陈酿香。在白兰地的酿

制过程中,余欢<sup>[1]</sup>、卢九伟<sup>[2]</sup>、刘彦妮<sup>[3]</sup>、门颖<sup>[4]</sup>、王芳<sup>[5]</sup>等人在酵母类型对白兰地发酵、陈酿过程有研究,表明不同的酵母种类可以影响白兰地基酒的品种香;靳国杰<sup>[6]</sup>、李娜娜<sup>[7]</sup>、赵琦<sup>[8]</sup>等人在浸渍时间、浸渍温度,发酵温度等表明低温处理可以使得白兰地基酒的香气种类的增加和含量的提高。

本试验结合新疆白玉霓品种的特点,针对白兰地生产工艺,分别从是否清汁发酵、原料酸度、原料糖浓度、陈酿橡木类型的选择等方面进行工艺优化试验,对新疆产区白玉霓白兰地特征性香气成分进行描述性分析;并对过程中可能出现的不良代谢物(甲醇)进行检测分析;以期获得更加适合新疆产区白玉霓葡萄酒酿造具有地域风格白兰地的工艺参数和条件。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

白玉霓,新疆张裕巴保男爵酒庄有限公司。低甲醇果胶酶 RF、助滤破壁酶 BXL,德国 Erbsioet 鼎唐贸易有限公司;LAFFORT (X16),山东烟台乐哈商贸易与限公司;甲醇标品、叔戊醇标品, Sigma-Aldrich (上海)贸易有限公司;乙醇(分析纯)、天津市致远化学试剂有限公司。

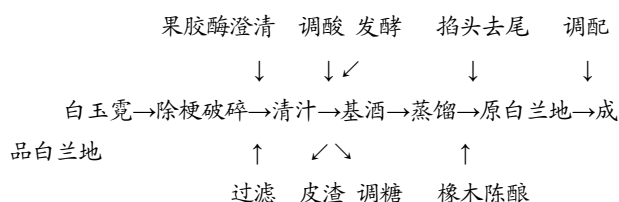
### 1.2 仪器与设备

WYT-4 型手持糖度计,泉州中友光学仪器有限公司;LAL2T 酒精浓度计,广州市速为电子科技有限公司;安捷伦 GC7890B 气相色谱仪,美国 Agilent 公司;JC-9320 比重计,北京市宏海永昌仪表技术开发中心;葡萄酒成分快速分析仪 WineScan flex,丹麦福斯;小型蒸馏锅;山东济宁仁台容器包装有限公司。

### 1.3 试验方法

#### 1.3.1 白玉霓白兰地工艺流程

参考白兰地葡萄酒小容器酿造法<sup>[9]</sup>并稍作修改,具体步骤如下:



#### 1.3.2 操作要点

葡萄浆的制备:将新鲜白玉霓除梗破碎后分装于 20 L 不锈钢发酵罐中<sup>[10]</sup>。按比例加入偏重亚硫酸钾。

果胶酶<sup>[11]</sup>:对经过 4 层纱布过滤后的清汁按一定

比例加入低甲醇果胶酶(RF)和助滤破壁果胶酶(BXL),进行静置 24 h 处理。

初始酸度调节和初始糖浓度调节<sup>[12]</sup>:用酒石酸来调节所需要的初始酸浓度。用白砂糖来调节所需要的初始糖浓度。

发酵:活化 LAFFORT (X16),发酵前期,每 12 h 做好比重记录,发酵后期每天不同时段做好三次比重记录。

蒸馏:采用二次蒸馏法,均选用实验室蒸馏器常压蒸馏;第一次蒸馏时,先取白玉霓基酒,调整温度至 85 °C 左右进行蒸馏,并用酒精计时刻记录酒精度变化,直到酒精度为 30% Vol 左右时停止蒸馏,量取白兰地体积。

第二次蒸馏时,采用釜式蒸馏,取一次蒸馏白玉霓白兰地,先将酒液预热到 75 °C 左右,蒸馏开始时截取头溜酒为总体的 2%,截取酒尾 20%~30%,停止蒸馏并量取白兰地体积。

陈酿:用轻烘橡木、中烘橡木、中偏重橡木对白玉霓白兰地分别陈酿 1 个月、3 个月、9 个月陈酿处理。

### 1.4 新疆产区白玉霓白兰地工艺优化

参考靳国杰<sup>[13]</sup>、Molina A M<sup>[14]</sup>等人的文献结果以及新疆葡萄酒企业实际生产工艺条件,根据市场上西域烈焰前期原白兰地酿造工艺<sup>[15,16]</sup>,进行了以下四方面的工艺优化:

(1)白玉霓白兰地基酒采用皮渣发酵和清汁发酵作为相互对照。

(2)发酵初始糖度:19、21 和 23 °Brix。

(3)发酵初始酸度:pH 值分别为:3.4、3.6、3.8。

(4)经过二次蒸馏后选用陈酿橡木 6 个月陈酿处理,橡木类型分别为:轻烘橡木、中度橡木和中偏重橡木等。

表 1 新疆产区白玉霓白兰地 Box-Behnken 设计试验因素及水平编码表

Table 1 Ugni Blanc brandy-producing areas in Xinjiang Box-Behnken design test factors and level code table

水平	因素			
	发酵方式	A	B	C
-1	带皮渣发酵 清汁发酵	19	3.4	轻烘橡木
0		21	3.6	中烘橡木
1		23	3.8	中偏重橡木

注:试验设置 3 组平行试验。

根据 Box-Behnken 试验设计原理<sup>[17]</sup>,以原料的发酵方式、发酵初始糖(A)、初始酸度(B)、橡木类型(C)作为试验因素编码,以模糊数学综合感官评分

值 (Y) 作为响应值优化, 进行因素水平编码, 因素水平编码见表 1。

利用 Design Expert 8.0.6 软件对试验所得的试验结果进行统计分析, 每次试验设计三组平行。并预测白玉霓白兰地最优工艺参数。

### 1.5 基本理化指标检测方法

酒样的酒精度、总糖、总酸、挥发酸、pH 值、总糖含量等基础理化指标均使用 WineScan flex 分析仪测定。

表 2 新疆产区白玉霓白兰地感官评价标准表

Table 2 Ugni Blanc brandy-producing areas in Xinjiang sensory evaluation standard table

项目	等级	评分标准
色泽	优 V <sub>1</sub>	金黄色至赤金色
	良 V <sub>2</sub>	金黄色
	合格 V <sub>3</sub>	淡金黄色至金黄色
	不合格 V <sub>4</sub>	无色或者颜色很淡
香气	优 V <sub>1</sub>	具有和谐的葡萄品种香, 陈酿橡木香, 醇和的酒香, 优雅浓郁
	良 V <sub>2</sub>	具有明显的葡萄品种香, 陈酿橡木香, 醇和的酒香, 优雅浓郁
	合格 V <sub>3</sub>	具有葡萄品种香, 橡木香及酒香, 浓郁
	不合格 V <sub>4</sub>	具有原料葡萄品种香, 酒香及橡木香, 无明显刺激感和异味
口味	优 V <sub>1</sub>	醇和、甘冽、沁润、细腻、丰满、绵延
	良 V <sub>2</sub>	醇和、甘冽、丰满、绵柔
	合格 V <sub>3</sub>	醇和、甘冽、完整、无杂味
	不合格 V <sub>4</sub>	较纯正、无邪杂味
风格	优 V <sub>1</sub>	具有本品独特的风格
	良 V <sub>2</sub>	具有本品突出的风格
	合格 V <sub>3</sub>	具有本品明显的风格
	不合格 V <sub>4</sub>	具有本品应有的风格

### 1.6 感官品评方法

在感官分析中, 参考 Molina A M<sup>[18]</sup>感官品评方法和 TAO Y-S<sup>[19]</sup>等人对白兰地香气进行描述性分析。感官品评小组成员国家级三级品酒师资质的 10 人组成专业品评小组, (5 名女性, 5 名男性) 接受了“Le Nez du Vin”香气工具包的训练<sup>[20]</sup>。每位品评员被要求用“Le Nez du Vin”中的 5~6 个香气专业术语来描述白兰地香气特征, 评价标准见表 2。

### 1.7 模糊数学模型感官评价的建立

参照吴芳彤<sup>[21]</sup>、秦献泉<sup>[22]</sup>等模糊感官评价在酒中的应用, 以 U 本试验白玉霓白兰地因素集, 以色泽、香气、口味、风格等做为评价指标, 分别记 U<sub>1</sub>、U<sub>2</sub>、U<sub>3</sub>、U<sub>4</sub>; 得 U= {U<sub>1</sub>, U<sub>2</sub>, U<sub>3</sub>, U<sub>4</sub>}; 以 V 白玉霓白兰地的评语集, 以每项因素集中的优、良、合格、不合格等评价等级做为评价等级集, 得 V=V {V<sub>1</sub>, V<sub>2</sub>, V<sub>3</sub>, V<sub>4</sub>}; 对优、良、合格、不合格依次赋予分值 85、70、60、50 分。以 X 作为权重集, 依据白兰地色泽、香气、口味、风格的权重系数分别为 0.25、0.35、0.20、0.20; 得 X= {0.25, 0.35, 0.20, 0.20}。

综合评判集 Y 是指研究过程中, 需要进行评价的产品的集合,  $Y=X \cdot R_i$ , 式中: Y 为综合评判集, X 为权重集, R<sub>i</sub> (i=1、2、3...) 为模糊矩阵; 得出每个样品的总得分。

### 1.8 白玉霓白兰地安全性评测

本试验结合 González Seguí H Ó<sup>[23]</sup>、Torija M J<sup>[24]</sup>、Qin Y<sup>[25]</sup>等研究结果, 在蒸馏的时候选择不同“掐头去尾”的量来降低白玉霓白兰地中的甲醇等不良代谢物的含量。具体试验设计见表 3。

表 3 新疆产区白玉霓白兰地安全性评测试验设计

Table 3 The safety evaluation test design of Ugni Blanc brandy-producing areas in Xinjiang

试验项目	梯度					
RF 低甲醇果胶酶/(mg/L)	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	
掐头去尾/%	2%;	20%	2%;	25%	2%;	30%

注: 试验设置 3 组平行试验。

### 1.9 数据处理

采用 Excel 2016 和 Origin 9.5 进行数据处理, 使用 SPSS 20.0 进行方差分析。

表4 新疆产区白玉霓白兰地基础指标

Table 4 Basic indicators of Ugni Blanc brandy-producing areas base wine in Xinjiang

试验项目	白玉霓原料			基酒			
	糖度/°Brix	pH 值	可滴定酸(以酒石酸计)/(g/L)	总酸(以酒石酸计)/(g/L)	pH 值	挥发酸(以乙酸计)/(g/L)	还原糖/(g/L)
带皮渣发酵	18.5±0.1	4.01±0.1	9.56±0.05	7.00±0.10	3.61±0.01	0.305±0.06	4.10±0.05
清汁发酵	19.00±0.05	3.82±0.1	9.96±0.03	7.15±0.05	3.42±0.05	0.307±0.07	3.55±0.05
pH 值 3.4	19.40±0.02	3.42±0.1	10.93±0.02	9.20±0.4	2.99±0.03	0.359±0.04	3.60±0.05
pH 值 3.6	19.20±0.02	3.59±0.03	10.36±0.04	7.90±0.30	3.35±0.04	0.401±0.02	3.80±0.10
pH 值 3.8	18.9±0.03	3.79±0.03	10.46±0.04	6.45±0.25	3.57±0.03	0.350±0.05	3.60±0.10
初始糖 19 °brix	19.20±0.02	3.80±0.01	10.52±0.02	6.80±0.05	3.40±0.01	0.357±0.07	3.55±0.05
初始糖 21 °brix	21.20±0.01	3.85±0.02	10.64±0.06	6.85±0.25	3.27±0.05	0.259±0.05	3.95±0.45
初始糖 23 °brix	23.30±0.02	3.80±0.01	10.86±0.05	7.05±0.05	3.38±0.01	0.349±0.08	3.65±0.05
轻度烘烤橡木	19.5±0.05	3.94±0.01	10.86±0.02	7.15±0.05	3.42±0.05	0.364±0.03	3.55±0.05
中度烘烤橡木	19.9±0.02	3.90±0.02	10.76±0.03	7.15±0.05	3.42±0.05	0.335±0.01	3.55±0.05
中偏重烘烤橡木	19.6±0.26	3.95±0.01	10.77±0.03	7.15±0.05	3.42±0.05	0.375±0.06	3.55±0.05

## 2 结果与分析

### 2.1 新疆产区白玉霓白兰地基础指标

新疆产区白玉霓白兰地原料、基酒、陈酿后各个处理的酒精度、总酸、pH 值、挥发酸、还原糖等基础指标；详见表 4。

酸可以调节白兰地的香气成分；挥发酸产生主要有三种途径：酒精发酵；苹果酸-乳酸发酵；细菌引起的酸败<sup>[25]</sup>。由表 4 可得，除试验设计额外添加酒石酸来改变酒体品质之外，总酸含量基本变化不大，主要表现在皮渣发酵<清汁发酵，随着糖度的升高，总酸含量也在升高。由表 4 可知挥发酸除了 pH 值 3.0 之外，其他组均无明显变化；皮渣发酵中的还原糖量明显大于清汁发酵的还原糖量。说明酵母在清汁发酵过程中对糖利用率更高。

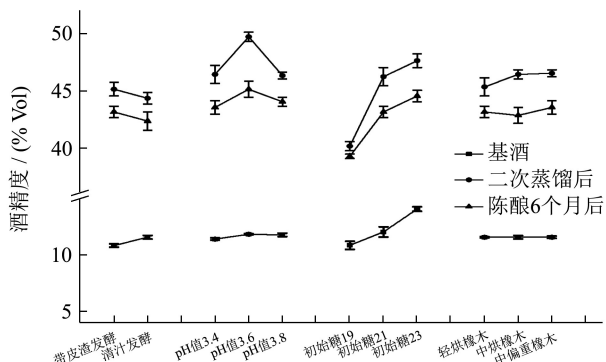


图1 新疆产区白玉霓白兰地酒精度变化

Fig.1 Alcohol changes of Ugni Blanc brandy-producing areas in Xinjiang

通过图 1 可得：随着 pH 值降低，对酵母的繁殖

有抑制作用增强，所以使得酒精度随着 pH 值变化呈现平缓的正相关趋势。当初始糖 23 °brix 时，发酵所得酒精度最高；糖在发酵过程中更多的转化为乙醇；再加上在低温条件下酒精不易挥发，能够更多的保留在酒体中。经过二次蒸馏后，带皮渣发酵白兰地的酒精度大于清汁发酵白兰地的酒精度，因为通过“掐头去尾”的方式来降低甲醇等含量时，带皮渣发酵的比例比清汁发酵多，使得带皮渣发酵的白兰地的酒精度大于清汁发酵白兰地的酒精度。



图2 新疆产区白玉霓白兰地色泽变化

Fig.2 Color changes of Ugni Blanc brandy-producing areas in Xinjiang

陈酿对白兰地的质量等级有着重要的影响，其中陈酿时间陈酿方法与白兰地中多酚类物质含量有着直接的关系，最终决定白兰地的风味及风格<sup>[26]</sup>。由图 2 可知：经过橡木陈酿 6 月之后，白玉霓白兰地酒体均有不同程度变化；且不同橡木呈现不同的色泽，轻度烘烤橡木呈现金黄色，中度橡木呈现棕红色，中偏重烘烤橡木呈现红褐色；随着陈酿时间延长，酒精度出现下降的趋势，因为橡木对酒体的微氧化作用，促使

白兰地成熟和口感的圆润;这与 Siarhei C<sup>[27]</sup>研究结果一致;橡木催化醇类物质可以和酸发生一系列反应,转化为酯类物质,同时,橡木催化某些化学反应的进行,促使水分子和乙醇分子之间的氢键缔合,从而改善白兰地的口感的同时使得酒精度有下降趋势<sup>[28]</sup>。

## 2.2 白玉霓白兰地工艺优化响应面试验设计

### 结果

白玉霓白兰地模糊数学感官结果见表 5。

由表 5 可得:  $Y_1=X \times R_1 = \{0.25, 0.35, 0.20, 0.20\}$

$$\times \begin{pmatrix} 0.7 & 0.2 & 0.1 & 0 \\ 0.8 & 0.2 & 0 & 0 \\ 0.6 & 0.4 & 0 & 0 \\ 0.6 & 0.3 & 0.1 & 0 \end{pmatrix} = (0.695, 0.260, 0.025, 0.000)$$

同理:  $Y_2 = (0.715, 0.210, 0.075, 0.000)$ ;  $Y_3 = (0.815, 0.145, 0.040, 0.000)$ ;  $Y_4 = (0.660, 0.280, 0.060, 0.000)$ ;  $Y_5 = (0.835, 0.165, 0.000, 0.000)$ ;  $Y_6 = (0.800, 0.120, 0.080, 0.000)$ ;  $Y_7 = (0.775, 0.175, 0.055, 0.035)$ ;  $Y_8 = (0.670, 0.310, 0.020, 0.000)$ ;

$Y_9 = (0.860, 0.160, 0.000, 0.000)$ ;  $Y_{10} = (0.840, 0.160, 0.000, 0.000)$ ;  $Y_{11} = (0.695, 0.210, 0.095, 0.000)$ ;  $Y_{12} = (0.745, 0.235, 0.020, 0.000)$ ;  $Y_{13} = (0.725, 0.230, 0.045, 0.000)$ ;  $Y_{14} = (0.725, 0.255, 0.020, 0.000)$ ;  $Y_{15} = (0.780, 0.175, 0.045, 0.000)$ ;  $Y_{16} = (0.760, 0.180, 0.060, 0.000)$ ;  $Y_{17} = (0.745, 0.255, 0.000, 0.000)$ ;  $Y_{\text{带皮渣发酵}} = (0.360, 0.034, 0.022, 0.080)$ ;  $Y_{\text{清汁}} = (0.655, 0.220, 0.065, 0.020)$ 。

得到最终的感官得分:  $Y_{\text{带皮渣发酵}} = 40.680$  分,  $Y_{\text{清汁}} = 75.975$  分,  $Y_{\text{清汁}}$  得分远大于  $Y_{\text{带皮渣发酵}}$  得分, 本试验采用清汁发酵更加合理。根据 Box-Behnken 中心组合设计原理进行三因素三水平响应面试验, 试验最终感官得分结果见表 6。

利用 Design Expert 8.0.6 软件对表 6 中的数据进行分析, 计算各项回归系数, 建立白玉霓白兰地模糊感官得分 Y 与初始糖 A、初始 pH 值 B、橡木类型 C 的二次多项回归方程为:

$$Y = 87.29 + 0.29 \times A - 0.56 \times B - 0.91 \times C + 0.23 \times AB - 0.61 \times AC - 0.35 \times BC + 1.40 \times A^2 - 0.58 \times B^2 + 1.72 \times C^2$$

将上述结果进行显著性检验, 结果见表 7。

表 5 新疆地产白玉霓白兰地模糊数学感官结果

Table 5 Sensory results of fuzzy mathematics of Xinjiang real estate white jade brandy

编号	色泽				香气				口味				风格			
	优	良	合格	不合格	优	良	合格	不合格	优	良	合格	不合格	优	良	合格	不合格
1	7	2	1	0	8	2	0	0	6	4	0	0	6	3	1	0
2	7	3	0	0	8	1	1	0	7	1	2	0	6	4	0	0
3	8	2	0	0	9	1	0	0	8	1	1	0	7	2	1	0
4	7	3	0	0	7	3	0	0	6	3	1	0	6	2	2	0
5	8	2	0	0	9	1	0	0	8	2	0	0	8	1	1	0
6	8	1	1	0	8	1	1	0	8	1	1	0	8	2	0	0
7	7	3	0	0	8	1	1	1	8	1	1	0	8	2	0	0
8	6	4	0	0	8	12	0	0	6	3	1	0	6	4	0	0
9	9	1	0	0	9	1	0	0	8	2	0	0	8	2	0	0
10	8	2	0	0	8	2	0	0	9	1	0	0	9	1	0	0
11	7	3	0	0	8	1	1	0	6	3	1	0	6	2	2	0
12	8	2	0	0	7	3	0	0	7	3	0	0	8	1	1	0
13	8	1	1	0	7	3	0	0	7	3	0	0	7	2	1	0
14	8	2	0	0	7	3	0	0	7	2	1	0	7	3	0	0
15	8	1	1	0	8	2	0	0	8	1	1	0	7	2	1	0
16	7	3	0	0	7	3	0	0	9	0	1	0	8	0	2	0
17	8	2	0	0	7	3	0	0	8	2	0	0	7	3	0	0
带皮渣	3	4	2	1	3	4	2	1	4	2	3	1	5	3	2	0
清汁	6	3	1	0	7	3	0	0	6	3	1	0	7	2	1	0
权重	0.25				0.35				0.20				0.20			

表 6 新疆产区白玉霓白兰地 Box-Behnken 试验结果

Table 6 Box-Behnken test results of Ugni Blanc brandy-producing areas in Xinjiang

试验号	A	B	C	模糊数学感官评分 Y/分
1	-1	-1	0	88.420
2	1	-1	0	88.750
3	-1	1	0	87.000
4	1	1	0	88.250
5	-1	0	-1	90.500
6	1	0	-1	89.100
7	-1	0	1	89.950
8	1	0	1	89.100
9	0	-1	-1	89.650
10	0	1	-1	89.050
11	0	-1	1	88.500
12	0	1	1	86.500
13	0	0	0	87.250
14	0	0	0	87.520
15	0	0	0	87.290
16	0	0	0	87.280
17	0	0	0	87.090

表 7 新疆产区白玉霓白兰地显著性分析结果

Table 7 Significance analysis results of Ugni Blanc brandy-producing areas in Xinjiang

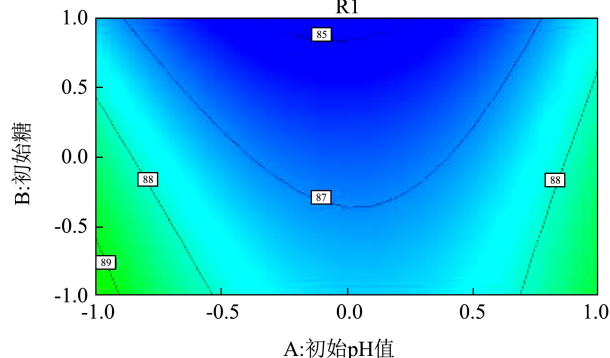
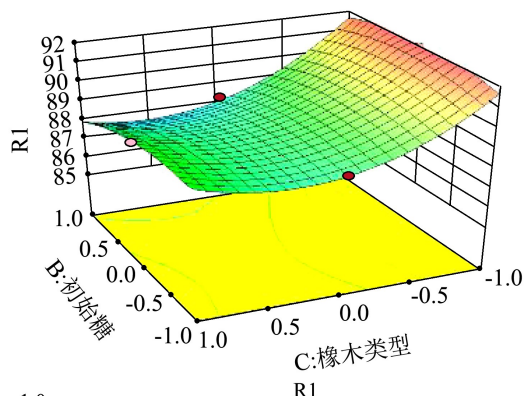
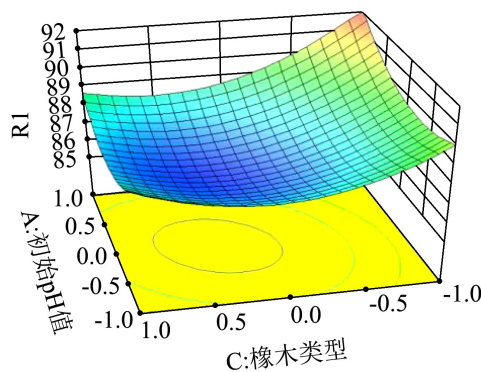
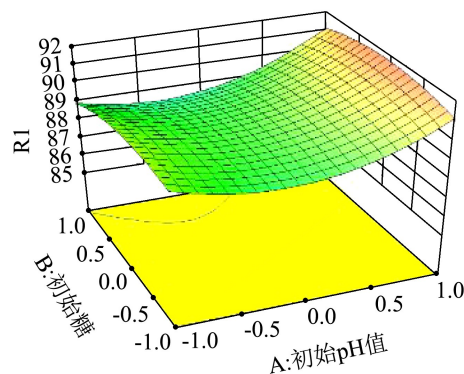
方差来源	平方和 SS	自由度 DF	均方	F 值	P 值
模型	34.65	9	3.85	111.70	<0.0001**
A	0.68	1	0.68	19.69	0.0030**
B	2.55	1	2.55	74.10	<0.0001**
C	6.57	1	6.57	190.65	<0.0001**
AB	0.21	1	0.21	6.14	0.0423
AC	1.50	1	1.50	43.54	0.0003**
BC	0.49	1	0.49	14.22	0.0070
A <sup>2</sup>	8.29	1	8.29	240.57	<0.0001**
B <sup>2</sup>	1.44	1	1.44	41.70	0.0003
C <sup>2</sup>	12.50	1	12.50	362.80	<0.0001**
残差	0.24	7	0.034		
失拟项	0.15	3	0.049	2.07	0.2469
误差	0.095	4	0.024		
总和	34.89	16			
决定系数 R <sup>2</sup>	0.9734				

注:  $p < 0.05$  为显著,  $p < 0.01$  为极显著。

回归模型的方差分析结果见表 7。由表 7 知, 在 1 次项中, A、B、C 均为为显著项 ( $P < 0.05$ ),  $P$  值分别为 0.0030、 $< 0.0001$ 、 $< 0.0001$ , 显著程度  $C > B > A$ , 表明橡木类型的响应值对结果影响更大, 初始 pH 值

次之, 初始糖最小; 2 次项中, A、B、C 均为显著项 ( $P < 0.05$ ), 说明 A、B、C 对响应值的影响是非线性交互项中, AB 为显著, AC、BC 为极显著项, 表明 A 和 C、B 和 C 之间交互作用非常明显, A 和 B 之间交互作用明显。

交互项初始 pH 值、初始糖浓度, 橡木类型等与白玉霓白兰地模糊数学感官评分 (Y) 值响应曲面和登高曲线见图 3。





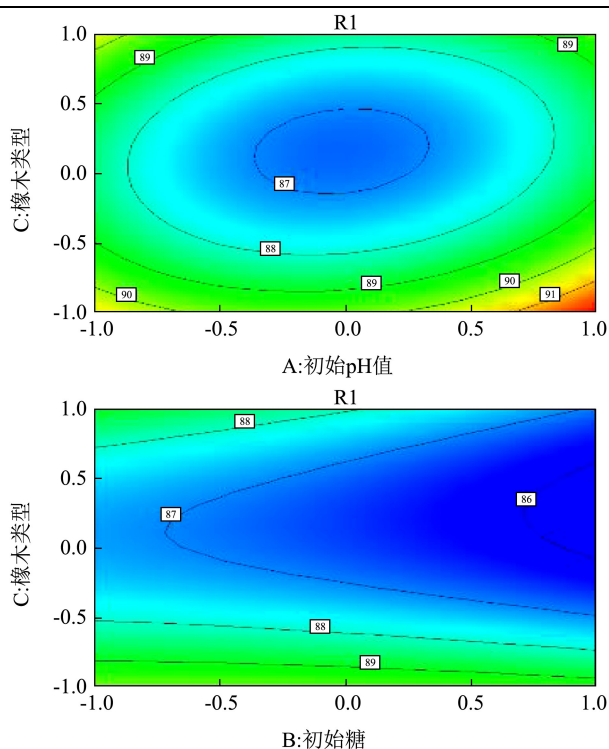


图3 交互项与白玉霓白兰地模糊数学感官评分(Y)值响应曲面和登高曲线图

Fig.3 Interactive terms and Ugni Blanc Brandy fuzzy mathematical sensory score (Y) value response surface and ascending curve

以模糊感官评分作为响应值时,二次方程模型差异显著( $F=110.70$ ),受非试验因素影响极小,且实用性良好且适用性良好( $R^2=0.9734$ ),拟合模型的 $p$ 值小于0.01,本模型极显著,失拟项的 $p$ 值大于0.05,不显著;模型能够较好地反映初始pH值(A)、初始糖浓度(B)、橡木类型(C)与模糊数学感官评分(Y)之间的变化关系,能够用来新疆产区白玉霓白兰地工艺优进行分析和预测。利用Design-Expert 8.0.6分析并结合实际操作可行性,得到新疆产区白玉霓白兰地工艺优化的最佳参数为:发酵阶段选用清汁发酵,调整发酵液初始糖浓度为20 °Brix,初始酸度pH值为3.5,陈酿阶段选用轻度烘烤橡木;其最终的模糊综合感官评分为91.03分。

### 2.3 验证试验及描述性香气统计分析

参考TAO Y-S<sup>[29]</sup>、DUAN C-Q<sup>[30]</sup>等定量描述分析(quantitative descriptive analysis, QDA)方法,对经过响应面最优工艺酿造和二次蒸馏的新疆产区白玉霓白兰地经过陈酿6个月轻烘橡木自然陈酿处理,经过专业品评员的专业品评,将香气描述性统计分析,结果如图4。

陈酿结果香气描述结果见图4,结合图2和感官

分析;新疆产区白玉霓白兰地经过6个月的陈酿之后,无论是从色泽、香气、口味还是风格方面均优于不经过橡木陈酿的白兰地,白玉霓白兰地从苦、辣、刺等特征转变为甜、软、醇、浓、柔等风味特征;白玉霓白兰地酒体从透明色转变成金黄色;颜色透亮,口感醇和,绵柔、甘甜;说明橡木陈酿赋予了白兰地特有的典型性,这与Ortega H M<sup>[28]</sup>等人研究结果一致,在香气的描述统计方面,对核果香味描述性统计频率较高,表明白玉霓白兰地核果香更加浓郁;花香、果香较浓郁,烘焙香、焦糖香次之,橡木香和奶酪香频率最低,说明新疆产区白玉霓白兰地经过6个月的陈酿之后萜烯类物质含量较多,醇香较为丰富;伴有较为清新优雅的花香、果香调,同时还含有百香果等热带水果的香气,橡木香和奶酪香描述性统计频率较低,轻烘橡木带给酒体的香气成分更浓郁,伴有烤杏仁香、矿物质香和巧克力奶油香,具有和谐的白玉霓品种香,后味醇和,绵柔,结果与Siarhei C<sup>[27]</sup>等人结果相类似。与此同时白兰地干邑风味特征逐渐开始显现,但还停留在自然陈酿的初级阶段。

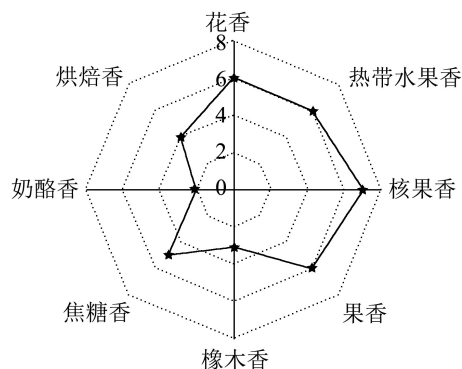


图4 新疆产区白玉霓白兰地香气描述性统计

Fig.4 Descriptive statistics of the aroma of Ugni Blanc brandy-producing areas in Xinjiang

### 2.4 新疆产区白玉霓白兰地安全性评测

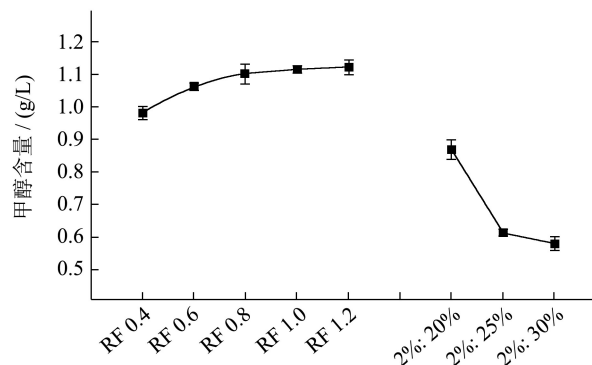


图5 新疆产区白玉霓白兰地安全性评测试验结果

Fig.5 Results of the safety evaluation test of Ugni Blanc brandy-producing areas in Xinjiang

随着果胶酶的添加,使得原辅料细胞壁和细胞质间的纤维素共存的果胶被分解,果胶质被分解的能力增强,葡萄出汁率也对应升高,同时果胶中的甲氧基被过多的释放,从而在蒸馏时导致甲醇含量增加<sup>[25]</sup>。对陈酿6月之后的白兰地中的甲醇含量控制结果见图5,结果表明:随着低甲醇果胶酶(RF)含量的增加,甲醇含量也呈现增加的趋势,甲醇在蒸馏的整个过程中均存在,但其在酒头和酒尾的含量明显高于酒身,不同的掐头去尾对白玉霓白兰地中的甲醇含量明显变化;与González Seguí H Ó<sup>[23]</sup>、Torija M J<sup>[24]</sup>等研究结果类似。随着掐头去尾百分比的增加,甲醇含量呈现降低趋势,其中掐头去尾为2%、30%最低,得到最佳低甲醇果胶酶(RF)的添加量为0.8 g/L,掐头去尾的量为2%酒头和30%酒尾,此时新疆地产白玉霓白兰地中的甲醇含量为0.58±0.02 g/L。

### 3 结论

本试验通过模糊综合评判和Box-Behnken设计实验,构建白玉霓白兰地感官品评的主要因素突出性综合评判模型,最终确定的最佳的工艺优化条件:原料采用清汁进行发酵,初始含糖量调整糖浓度20°brix,初始酸度调整pH值为3.5,利用轻烘橡木进行陈酿;最终得到的模糊综合感官得分为91.03分;该方法相对传统感官评价来说,提高了感官品评的准确度、科学性和客观性;在经过轻烘橡木自然陈酿6个月之后,干邑风味特征开始逐渐显现。此外,对新疆产区白玉霓白兰地进行安全性优化试验,得到最佳RF果胶酶添加量为0.8 g/L,掐头去尾的量为2%酒头和30%酒尾,最终得甲醇含量为0.58±0.02 g/L(GB限量≤2.0 g/L),完全符合白兰地国家安全性标准。对白玉霓白兰地挥发性香气成分和甲醇含量的控制提供了理论支持;也为本土兼性葡萄白兰地工艺改进和香气成分描述及分析提供支持,为以后鲜食葡萄白兰地的工艺优化研究奠定基础。

### 参考文献

- [1] 余欢,管敬喜,谢林君,等.7株野生葡萄酒酵母对‘桂葡3号’白兰地葡萄酒香气成分的影响[J].食品科学,2019,40(4): 251-258  
YU Huan, GUAN Jing-xi, XIE Lin-jun, et al. Effects of 7 wild wine yeast on aroma components of ‘Guipu No.3’ brandy wine [J]. Food Science, 2019, 40(4): 251-258
- [2] 卢九伟.自选酵母与葡萄酒风味关系的研究[D].石家庄:河北科技大学,2012  
LU Jiu-wei. Study on the relationship between self-selected yeast and wine flavor [D]. Shijiazhuang: Hebei University of Science and Technology, 2012
- [3] 刘彦妮,段长青,潘秋红,等.3种酵母对贵人香白兰地葡萄酒香气的影响[J].中外葡萄与葡萄酒,2009,5:28-31,34  
LIU Yan-ni, DUAN Chang-qing, PAN Qiu-hong, et al. The effect of three kinds of yeast on the aroma of noble cognac wine [J]. Chinese and Foreign Grapes and Wine, 2009, 5: 28-31, 34
- [4] 门颖,聂聪,田文,等.酵母多糖在白兰地葡萄酒陈酿过程中的效果研究[J].食品工业,2015,36(11):132-135  
MEN Ying, NIE Cong, TIAN Wen, et al. Study on the effect of yeast polysaccharide in the aging of brandy wine [J]. Food Industry, 2015, 36(11): 132-135
- [5] 王芳.酵母菌(X16)在白葡萄酒酿造上的应用研究[D].天津:天津大学,2016  
WANG Fang. Application of yeast (X16) in white wine making [D]. Tianjin: Tianjin University, 2016
- [6] 靳国杰,李爱华,刘浩,等.发酵温度对霞多丽白兰地葡萄酒香气质量的影响[J].中国食品学报,2017,17(10):134-144  
JIN Guo-jie, LI Ai-hua, LIU Hao, et al. The influence of fermentation temperature on aroma quality of Chardonnay wine [J]. Chinese Journal of Food Science, 2017, 17(10): 134-144
- [7] 李娜娜,王华,杨继红,等.低温处理葡萄对爱格丽白兰地葡萄酒香气成分的影响[J].食品科学,2016,37(13):71-76  
LI Na-na, WANG Hua, YANG Ji-hong, et al. The effect of low-temperature treatment of grapes on the aroma components of Aeggie brandy wine [J]. Food Science, 2016, 37(13): 71-76
- [8] 赵琦.低温浸渍发酵工艺对葡萄酒酿酒品质及其代谢产物的影响[D].扬州:扬州大学,2017  
ZHAO Qi. The effect of low-temperature maceration fermentation process on wine quality and its metabolites [D]. Yangzhou: Yangzhou University, 2017
- [9] 李华.小容器酿造葡萄酒[J].酿酒科技,2002,4:70-71,74  
LI Hua. Brewing wine in small containers [J]. Wine Technology, 2002, 4: 70-71, 74
- [10] 祝霞,刘琦,赵丹丹,等.白兰地葡萄酒增香酿造工艺参数优化[J].农业工程学报,2019,35(18):282-291  
ZHU Xia, LIU Qi, ZHAO Dan-dan, et al. Optimization of brewing process parameters for brandy wine aroma enhancement [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2019, 35(18): 282-291
- [11] 秦伟帅,杨华峰,王玉峰,等.果胶酶在水晶白兰地酿造中的应用试验[J].中国酿造,2009,10:111-112



- QIN Wei-shuai, YANG Hua-feng, WANG Yu-feng, et al. Application experiment of pectinase in crystal brandy brewing [J]. China Brewing, 2009, 10: 111-112
- [12] 张如意.新疆玛纳斯产区小芒森和贵人香混酿白兰地葡萄酒加工工艺及香气成分分析[D].石河子:石河子大学,2019
- ZHANG Ru-yi. The processing technology and aroma component analysis of the Xiaomansen and Guirenxiang blended brandy wine in Manas production area in Xinjiang [D]. Shihezi: Shihezi University, 2019
- [13] 靳国杰,李爱华,刘浩,等.发酵温度对霞多丽白兰地葡萄酒香气质量的影响[J].中国食品学报,2017,17(10):134-142
- JIN Guo-jie, LI Ai-hua, LIU Hao, et al. Influence of fermentation temperature on aroma quality of dry chardonnay wine [J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2017, 17(10): 134-142
- [14] Sun Y, Zhang T, Lu H, et al. Effect of added sulphur dioxide levels on the fermentation characteristics of strawberry wine [J]. Journal of the Institute of Brewing, 2016, 122(3): 446-451
- [15] Marina T, Leo G, Natka C, et al. Impact of pre-fermentative maceration and yeast strain along with glutathione and SO<sub>2</sub> additions on the aroma of *Vitis vinifera* L. Pošip wine and its evaluation during bottle aging [J]. LWT - Food Science and Technology, 2017, 81(8): 67-76
- [16] Lu Y, Voon M K, Huang D, et al. Combined effects of fermentation temperature and pH on kinetic changes of chemical constituent of durian wine fermented with *Saccharomyces cerevisiae* [J]. Applied Microbiology & Biotechnology, 2016, 85(7): 3005-3014
- [17] Andrew C, Clark R C. Correction to the chemical reaction of glutathione and trans-2-hexenal in grape juice mediato form wine aroma precursors: the impact of pH, temperature, and sulfur dioxide [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2018, 66(5): 1214-1221
- [18] Molina A M, Swiegers J H, Varela C, et al. Influence of wine journal of agricultural engineering (<http://www.tcsae.org>) 2019 fermentation temperature on the synthesis of yeast-derived volatile aroma compounds [J]. Applied Microbiology & Biotechnology, 2007, 77(3): 675-687
- [19] Tao Y-S, Saenz-Navajas M-P, M Dizy, et al. Relationship between nonvolatile composition and sensory properties of premium Spanish red wines and their correlation to quality perception [J]. Agr Food Chem, 2010, 58(23), 12407-12416
- [20] 祝霞,刘琦,杨学山,等.白兰地葡萄酒增香酿造工艺参数优化[J].农业工程学报,2019,35(18):282-291
- ZHU Xia, LIU Qi, YANG Xue-shan, et al. Optimization of brewing process parameters for brandy wine aroma enhancement [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2019, 35(18): 282-291
- [21] 吴芳彤,曹倩荣,马清河.基于模糊数学感官评价法和混料设计优化紫薯莜麦酒配方[J].食品与发酵工业,2019,45(17): 158-165
- WU Fang-tong, CAO Qian-rong, MA Qing-he. et al. Optimization of purple sweet potato ale formula based on fuzzy mathematics sensory evaluation method and mixture design [J]. Food and Fermentation Industries, 2019, 45(17): 158-165
- [22] 秦献泉,李鸿莉,彭宏祥,等.基于模糊综合评判法的荔枝酒感官评价研究[J].西南农业学报,2016,29(6):1443-1447
- QIN Xian-quan, LI Hong-li, PENG Hong-xiang, et al. Research on sensory evaluation of litchi wine based on fuzzy comprehensive evaluation [J]. Journal of Southwest Agriculture, 2016, 29(6): 1443-1447
- [23] González Seguí H Ó, Hernández López J d J, Hendrik Giersiepen J. Metanol: tolerancias y exigencias en las normas para mezcal y bebidas de agave [J]. RIVAR (Santiago), 2020, 7(19): 1-21
- [24] Torija M J, Beltran G, Novo M, et al. Effects of fermentation temperature and *Saccharomyces* species on the cell fatty acid composition and presence of volatile compounds in wine [J]. International Journal of Food Microbiology, 2003, 85(1): 127-136
- [25] Qin Y, Shin J A, Lee K T. Determination of acetaldehyde, methanol and fusel oils in distilled liquors and sakes by headspace gas chromatography [J]. Food Science and Biotechnology, 2020, 29(3): 331-337
- [26] Magdalena J, Pawel S, Tomasz T. Oenological characteristics of fermented apple musts and volatile profile of brandies obtained from different apple cultivars [J]. Biomolecules, 2020, 10(6): 853
- [27] Sjarhei C, Svetlana S, Anton K, et al. The study of the matrix effect on the method of direct determination of volatile compounds in a wide range of alcoholic beverages [J]. Food Control, 2021, 120: 107528
- [28] Ortega H M, Gonzez H C, Herrera P, et al. Changes in wine volatile compounds of varietal wines during ageing in wood barrels [J]. Anal Chim Acta, 2004, 513(1): 341-350

(下转第 71 页)

