

不同单宁提升赤霞珠干红葡萄酒品质的比较分析

王文璇, 董荣, 慕静怡, 王晶, 张珍珍

(新疆农业大学食品科学与药学院, 新疆乌鲁木齐 830052)

摘要: 本研究以新疆石河子产区所种植的赤霞珠葡萄为实验原料, 通过在酒精发酵前分别以两种不同浓度 (200 mg/L、400 mg/L) 添加 4 种不同种类的单宁 (橡木单宁、缩合单宁、葡萄单宁、鞣花单宁), 探究 4 种不同种类的单宁在不同添加量下对新疆产区红葡萄酒色泽及口感的影响。结果表明: 当所有单宁的添加量在 200 mg/L 时, 葡萄酒的色泽都有所提升, 其中添加缩合单宁 200 mg/L 时, 效果最为明显, 色度值为 21.52, 该处理下葡萄酒的色度高出对照组 27.25%, 且随着陈酿进行到 6 个月时, 添加缩合单宁 200 mg/L 的葡萄酒色度依然最高, 色度值为 24.38, 且色泽稳定性较好, 酒体呈现深宝石红色, 香气较浓郁, 带有甘草香。实验表明单宁的添加可以改善葡萄酒陈酿后的色泽稳定性, 同时使得香气更加浓郁。该实验为新疆石河子产区的实际生产提供理论依据。

关键词: 葡萄酒; 单宁; 工艺优化

文章编号: 1673-9078(2020)09-270-276

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2020.9.0104

Comparison of Different Tannins for Improving the Quality of Cabernet Sauvignon Red Wine

WANG Wen-xuan, DONG Rong, MU Jing-yi, WANG Jing, ZHANG Zhen-zhen

(College of Food Science and Pharmacy, Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830052, China)

Abstract: In this study, Cabernet Sauvignon grapes grown in Shihezi production area of Xinjiang were used as the experimental raw materials. Four different types of tannins (oak tannin, condensed tannin, grape tannin, ellagitannin) were added at two different concentrations (200 mg/L, 400 mg/L) before alcohol fermentation, to investigate the effects of the four tannins at different doses on the color and taste of red wines produced in Xinjiang. The results show that when the tannin was added at 200 mg/L, the wine color was improved, in particular, the influence of condensed tannin at 200 mg/L was the greatest leading to a color value of 21.52. Under the same conditions, the chroma was 27.25% higher than that of the control group, and with the aging process progressing to 6 months, adding condensed tannin at 200 mg/L led to the highest chroma (chroma value 24.38), higher color stability (body color: dark ruby red), and relatively intense aroma with a licorice fragrance. Experimental results showed that the addition of tannins could improve the color stability of the wine after aging, while making the aroma more intense. This experiment provides a theoretical basis for actual wine production in the Shihezi production area of Xinjiang.

Key words: wine; tannin; process optimization

引文格式:

王文璇, 董荣, 慕静怡, 等. 不同单宁提升赤霞珠干红葡萄酒品质的比较分析[J]. 现代食品科技, 2020, 36(9): 270-276

WANG Wen-xuan, DONG Rong, MU Jing-yi, et al. Comparison of different tannins for improving the quality of Cabernet Sauvignon red wine [J]. Modern Food Science and Technology, 2020, 36(9): 270-276

新疆现已成为我国最重要的葡萄产区之一, 已经逐步有了自己独特的风味与特色, 并成为我国葡萄酒生产的最优质基地^[1,2]。评价葡萄酒外观质量的一个重要指标就是葡萄酒的颜色, 判断一瓶葡萄酒的氧化程度和质量的好坏, 可以根据葡萄酒的色度和色调。

收稿日期: 2020-02-06

基金项目: 国家自然科学基金地区基金项目 (31660547)

作者简介: 王文璇 (1996-), 女, 研究生, 研究方向: 食品加工与安全

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

而葡萄酒色度的高低, 主要取决于葡萄酒酚类物质中的单宁含量、花色素等成分。葡萄酒中花色素、单宁含量高, 葡萄酒的颜色就深, 色度值也就高; 反之, 色度则低^[3]。

单宁是一种天然的酚类化合物, 目前已知其广泛存在于葡萄、红豆草、油菜籽以及高粱等植物的茎秆、树皮或者种子中^[4]。众所周知, 单宁是葡萄酒的骨架, 单宁在葡萄酒中起到了稳定葡萄酒酒体结构、稳定色素、沉淀蛋白质等作用^[5], 同时单宁对葡萄酒的颜色和口感, 以及葡萄酒的陈酿老化等起到了不可或缺的

作用^[6]。单宁含量越多的酿酒品种,其葡萄酒收敛性越强、抗氧化能力也越强。优质单宁的提取,可以丰富酒体结构,从而提升红葡萄酒陈酿的潜质和酒质^[7]。近年来,在葡萄酒中添加商业单宁的研究逐渐增多,通过在葡萄酒中添加不同的单宁可以起到改善葡萄酒的作用。

新疆产区普遍昼夜温差大,日照时间长,这导致葡萄酒在后期陈酿过程中褪色较快,色泽稳定性较差。本研究通过在葡萄酒中添加不同品种及含量的商业单宁,探寻最有效的单宁处理方式,提出一套针对新疆产区葡萄酒酿造的工艺优化方案,进而影响葡萄酒陈酿后的品质,起到稳定葡萄酒色泽的功效及改善葡萄酒口感的作用,从而为新疆产区葡萄酒的实际生产提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 材料与试剂

以新疆石河子产区采收期的赤霞珠葡萄为试材酿制葡萄酒。

浓盐酸(分析纯)、无水乙醇(分析纯)、偏二硫酸钾分析纯,上海振兴试剂厂;F33专业葡萄酵母、果胶酶、葡萄单宁、缩合单宁、橡木单宁、鞣花单宁,新疆顶峰进出口有限公司;蒸馏水;锡箔纸。

1.2 仪器与设备

EL61-HYPERLAB全自动分析检测仪,北京中西远大科技有限公司;TU-1810紫外分光光度计,北京普析通用仪器检测公司;PHS-3C型pH计,上海仪电科学仪器有限公司;BCD-160冰箱,青岛海尔有限公司;PL303分析天平,瑞士Mettler Toledo公司;DZKW-D2恒温水浴锅,北京永光明医疗仪器厂;离心机,上海安亭科学仪器厂。

1.3 方法

1.3.1 葡萄酒的酿造

本实验共设计9个处理,分别为空白对照试验

(CK)、葡萄单宁200 mg/L(PT200)、葡萄单宁400 mg/L(PT400)、缩合单宁200 mg/L(SH200)、缩合单宁400 mg/L(SH400)、鞣花单宁200 mg/L(RH200)、鞣花单宁400 mg/L(RH400)、橡木单宁200 mg/L(XM200)、橡木单宁400 mg/L(XM400)。

葡萄酒的酿造工艺:当葡萄成熟度达到商业采收期时进行采摘。将采摘后的葡萄进行除梗破碎后加入到若干10 L的玻璃罐中,分别按照50 ppm的浓度添加偏二硫酸钾、200 mg/L的浓度添加果胶酶,第二天按照200 mg/L的浓度添加F33酵母及不同含量和品种的单宁。此后每隔6 h打一次循环直至酒精发酵结束。

取样时间:在酒精发酵结束后(AF)及陈酿6个月后分别取样。

1.3.2 葡萄酒的基础理化指标测定

解冻葡萄酒,在离心机上离心30秒后取上清液利用全自动分析检测仪进行基础理化的检测,其中包括酒精度、还原糖、总酸、pH及总酚。所有酒样均平行测定3次。

1.3.3 总单宁的测定

葡萄酒中的单宁含量指标测定参照彭传涛^[8-10]的方法进行测定。每个样品测3次平行。

1.3.4 色度色调的测定

以蒸馏水为参照,利用TU-1810紫外分光光度计分别测量A₄₂₀、A₅₂₀、A₆₂₀下的波长,根据公式计算。每个样品测3次平行。

$$\text{色度} = (A_{420} + A_{520} + A_{620}) \times 10$$

$$\text{色调} = A_{420} \div A_{520}$$

1.3.5 颜色指标测定

采用CIELab指标测定,参考王飞的方法,以蒸馏水为参照,将葡萄酒样品通过0.45 μm的水系滤膜过滤后,采用10 mm的光径玻璃比色皿,测定葡萄酒样品L*、a*、b*的值^[11]。每个样品测3次平行。

1.3.6 感官品评

品评小组由20名专业的品酒师对所有酒样进行品评,对葡萄酒的颜色、香气、口感、单宁及酒体五个方面进行描述并打分,由记录员进行记录并汇总。

表1 感官品评打分表

Table 1 Sensory Evaluation Score Sheet

项目	评分标准	分值
颜色 30 分	深宝石红色,透明,无沉淀,有光泽	25~30
	宝石红色,透明,无沉淀,光泽感稍差	15~24
	酒体泛黄,透明度较差,无沉淀,光泽感差	0~14

转下页

接上页

香气 20 分	有醇香, 无腐败不良气味	15~20
	稍有醇香, 无腐败不良气味	8~14
	有酸败不良气味	0~7
口感 20 分	酸甜适中, 醇和爽口,	15~20
	酸甜较好, 较爽口,	8~14
	较酸, 有异味	0~7
单宁 20 分	协调, 纯正无杂	15~20
	较协调, 略微偏涩	8~14
	不协调, 较涩	0~7
酒体 10 分	酒体丰满, 细柔轻快, 余味悠长	7~10
	酒体较协调	4~6
	酒体轻薄	0~4

1.3.7 数据统计分析

SPSS 20.0 对数据进行单因素方差分析、相关性分析。

采用 Excel 2010 和 Origin 85 进行数据统计; 通过

表 2 葡萄酒基础理化

Table 2 The basic physical and chemical of wine

	酒精度/%vol		还原糖/°Bx		总酸/(g/L)	
	AF	6 个月	AF	6 个月	AF	6 个月
CK	13.56±0.07	14.28±0.08	4.45±0.45	2.45±0.21	7.20±0.07	5.75±0.21
PT200	13.51±0.12	14.21±0.45	4.65±0.38	2.40±0.78	7.30±0.07	5.70±0.00
PT400	13.49±0.27	14.15±0.09	4.30±0.34	2.30±0.00	7.15±0.04	5.70±0.00
SH200	13.98±0.09*	14.77±0.00*	4.45±0.42	2.65±0.00	7.40±0.07	6.10±0.00
SH400	13.53±0.17	14.37±1.15	4.50±0.35	2.50±0.32	7.30±0.07	5.80±0.17
RH200	13.51±0.01*	14.34±0.03	4.45±0.31	2.50±0.14	7.35±0.11	5.90±0.28
RH400	13.73±0.06	14.60±0.35*	4.40±0.34	2.55±0.28	7.30±0.07	5.80±0.14
XM200	13.82±0.13*	14.64±0.25*	4.50±0.11	2.60±0.07	7.30±0.07	5.85±0.21
XM400	13.50±0.12	14.31±0.28	4.05±0.31	2.50±0.35	7.30±0.07	5.70±0.28

	pH		总酚/(g/L)	
	AF	6 个月	AF	6 个月
CK	3.48±0.00	3.98±0.01	50.5±1.4	32.20±1.56
PT200	3.52±0.02	3.99±0.13	55.80±0.28*	43.80±2.04*
PT400	3.56±0.01	4.09±0.03	59.05±2.47*	47.40±1.54*
SH200	3.51±0.00	3.95±0.00	58.70±0.00*	49.50±1.13*
SH400	3.56±0.01	3.90±0.13	54.87±8.53*	45.25±1.64*
RH200	3.55±0.00	4.04±0.03	54.65±3.32*	43.55±0.74*
RH400	3.58±0.02	4.10±0.04	63.30±4.24*	51.25±0.25*
XM200	3.53±0.01	4.06±0.03	52.50±1.41*	40.80±0.85*
XM400	3.51±0.04	4.03±0.08	63.70±1.13*	52.70±1.55*

注: *表示显著相关 ($p<0.05$)。

2 结果与分析

2.1 单宁处理对葡萄酒基础理化的影响

在酒精发酵结束后和陈酿 6 个月后, 对葡萄酒理

化指标数据进行统计分析。随着陈酿时间的延长发现酒精度、pH 值略有上升, 还原糖、总酸和总酚的含量下降。陈酿 6 个月后的处理酒样酒精度基本在 14% vol 左右, 总酸含量、挥发酸含量和 pH 值与对照酒样相比无差异明显。葡萄酒的各项指标均在国家安全标准

范围之内^[12]。处理后的酒样还原糖在 2.30~2.65° Bx 之间。谭立杭^[13]指出新疆产区相比其他地区还原糖含量较高,最高可达 4.86,这是由于新疆昼夜温差较大的气候特点及酿造工艺而造成的。Liu^[14]等人的研究表明在葡萄酒中添加单宁残糖含量为 3.3~3.5 之间,相比空白酒样有所提升,残糖浓度与单宁添加的品种有关。推测为糖类物质转化为酒精,从而酒精度有所提高^[15]。葡萄酒的 pH 越低收敛性越强,这种差异最终会影响葡萄酒的口感。陈酿半年后处理酒样的总酚含量相比对照酒样有了明显的提高,说明酒中酚类物质增多,因此证明添加商业单宁可以提高葡萄酒中多酚类物质的含量。葡萄单宁、鞣花单宁和橡木单宁 3 种单宁酚类物质的含量都随着添加量的增多而升高,PT200、PT400、RH200、RH400、XM200 和 XM400 的酒样总酚含量相比对照酒样依次升高 36.02%、47.20%、35.24%、59.16%、26.70%和 63.66%,不同单宁导致葡萄酒中酚类物质的升高百分比不同,说明不同的单宁在陈酿过程中对葡萄酒的影响不同。缩合单宁添加量的提升,使得酒样在陈酿半年后总酚含量相比对照样品分别升高了 53.72%和 40.52%,在缩合单宁添加量为 400 mg/L 时,总酚含量低与 SH200 的酒样,颜色变黄,与 Li 等人结果相一致。推测原因为缩合物质的增多,破坏了葡萄酒中的平衡性^[16]。

2.2 单宁处理对葡萄酒中总单宁含量的影响

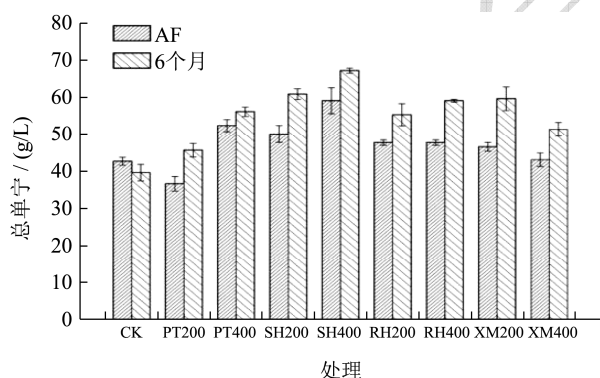


图1 不同单宁处理后葡萄酒的总单宁含量

Fig.1 Total tannin content of wine after treatments different types of tannin

由图 1 可知,正常发酵的红葡萄酒在陈酿 6 个月后单宁含量降低,这是由于大分子的单宁逐渐沉淀和氧化降解,使得葡萄酒中总单宁的含量逐渐减少^[17],而红葡萄酒中的辅色物质黄烷-3-醇大部分以大分子聚合的单宁形式存在^[18],推测这可能是由于单宁含量的减少造成葡萄酒在陈酿后期褪色的原因。因此可以通过添加单宁来判断其总单宁含量的变化对其色泽稳定性的影响。在经过人为添加单宁后,所有酒样在陈

酿 6 个月后的总单宁含量都有所提升。添加不同种类的单宁导致葡萄酒中总单宁含量有所差异,添加葡萄单宁 200 mg/L 时,陈酿 6 个月后的总单宁含量相比其他处理的总单宁含量最低,为 47.04 g/L;当添加缩合单宁时,陈酿 6 个月后样品酒中总单宁含量最高,且当该单宁使用浓度增加时,总单宁含量也随之增高。在陈酿半年后,当添加缩合单宁 200 mg/L 时,总单宁含量为 60.92 g/L,添加缩合单宁 400 mg/L 时,总单宁的含量最高,达到 67.26 g/L,说明该单宁相比其他单宁与葡萄酒中物质结合效果更加明显,与葡萄酒中的物质有更好的融合效果。

2.3 单宁处理对葡萄酒的色度色调的影响

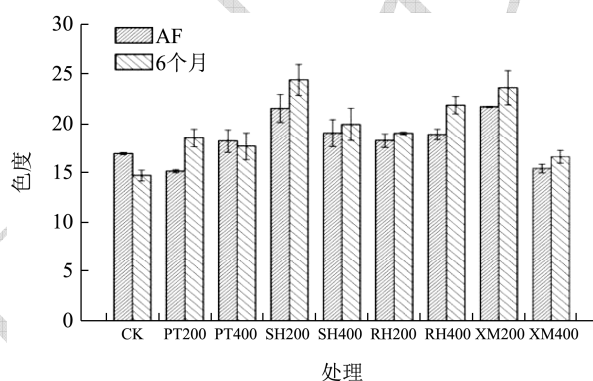


图2 添加不同单宁对葡萄酒色度的影响

Fig.2 Effect of adding different types of tannins on color intensity of wine

到目前为止,外源性单宁在葡萄酒酿造中的作用仍存在争议,Perez Lamela 等报道称,外源性单宁的添加并没有改善花青素水平和酒的颜色特征。但 García-Estévez 的研究结果表明添加一种含有浓缩单宁的再生单宁可以增加葡萄酒中的花青素水平,并通过共着色反应在后续的陈酿过程中稳定葡萄酒的颜色^[19],在浸渍/酒精发酵过程中添加的再生单宁有利于从葡萄中提取花青素,并提供底物和/或氧化剂来完成合成反应。因此,葡萄天然的花青素被转化为花青素衍生的色素,这种色素比花青素具有更强的抗水合作用和/或漂白作用^[15]。这解释了单宁的添加可以增强葡萄酒色泽稳定性的原因。与笔者的检测结果具有一致性。为了更明显看出添加单宁后对葡萄酒色度色调的影响,将酒精发酵结束后与陈酿 6 个月的酒样通过柱状图进行对比。如图 2 所示,添加一定量的单宁对葡萄酒色度有显著的影响。与 Vazallo-Valleumbrocio, G 等人结果相同^[20]。说明添加单宁的葡萄酒色彩饱和度较高,颜色更好。添加了单宁的葡萄酒相比未经处理的酒样在陈酿 6 个月后,色泽稳定性相对有所提升。可以提高葡萄酒陈酿后色泽的稳定性,改善新疆产区葡

萄酒陈酿褪色快的问题。在酒精发酵结束后, 缩合单宁和橡木单宁添加量为 200 mg/L 时色度明显提升, 其中添加缩合单宁的酒样色度最高, 达到了 21.525, 相比对照组高出 27.25%。随着陈酿的进行, 在葡萄酒陈酿 6 个月后, 添加 200 mg/L 缩合单宁的酒样色度依然最高, 色度值为 24.38。但当缩合单宁含量增加 400 mg/L 时, 酒样的色度降低。说明缩合单宁添加量应在合适的范围之内, 当为 200 mg/L 时, 可以较好的提升并稳定葡萄酒的色泽。与 Li Si-yu 研究结果相同, 可能是由于过量加入缩合剂而导致葡萄酒中色素平衡系统崩溃所致^[16]。因此选用适宜浓度的单宁可以更好的改善葡萄酒的颜色。

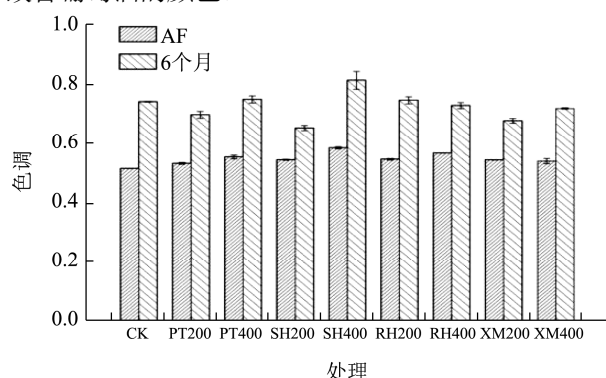


图3 添加不同单宁对葡萄酒色调的影响

Fig.3 Effect of adding different types of tannins on the shades of wine

通过图3可知, 在酒精发酵结束时, 不同种类的

表3 单宁处理葡萄酒指标的相关性分析

Table 3 Correlation analysis of tannin processing wine index

	L*	a*	b*	色度	色调	酒精度	还原糖	总单宁	总酚
L*	1								
a*	-0.978**	1							
b*	0.031	0.008	1						
色度	-0.413*	0.512**	0.101	1					
色调	0.415*	-0.493**	0.560**	-0.647**	1				
酒精度	-0.12	0.15	0.746**	0.173	0.432*	1			
还原糖	-0.323	0.437*	-0.313	0.616**	-0.716**	-0.177	1		
总单宁	-0.268	0.261	0.741**	0.317	0.388*	0.694**	-0.177	1	
总酚	-0.338	0.374	0.443*	0.462*	-0.097	0.473*	-0.021	0.325	1

注: *表示显著相关 ($p < 0.05$); **表示极显著相关 ($p < 0.01$)。

2.5 单宁处理葡萄酒的感官评定

葡萄酒有着复杂的口感和香气, 其中收敛性是红葡萄酒的一个重要特性, 葡萄酒中的收敛性主要来源于葡萄酒中的单宁^[19]。据 VenuGopal, K.S 等人的研究表明, 大部分是由不同植物来源的单宁可改变葡萄酒中的风味和口感。可水解的单宁在葡萄酒的苦味和涩

单宁对色调的影响不明显, 色调均有所升高, 但在陈酿 6 个月后, 不同种类单宁对色调的影响有了明显差异, 推测可能是在陈酿过程中单宁与葡萄酒中的物质发生络合反应。当添加缩合单宁 200 mg/L 时, 色调值最低, 为 0.653, 且在陈酿 6 个月提升较慢, 仅升高 20.03%, 说明可以有效减缓葡萄酒陈酿过程中的黄化现象。曲一鸣^[21]在添加单宁后黄色色调上升 16%, 而本实验中添加缩合单宁 200 mg/L 的酒样色调提升 15.2%, 说明在添加单宁后葡萄酒的色调都上升缓慢。不同单宁对葡萄酒色泽稳定性影响不同。因此通过添加单宁, 使葡萄酒中单宁和花青素反应可以在后续的陈酿过程中稳定葡萄酒的颜色, 改善葡萄酒陈酿后期的颜色^[15]。为葡萄酒后期陈酿色泽的改善提供思路。

2.4 单宁处理后葡萄酒指标的相关性分析

对不同单宁处理后干红葡萄酒的颜色指标、酒精度、还原糖、总单宁及总酚进行相关性分析。由表 3 可知, 葡萄酒的 L* 值与 a* 和色度呈显著负相关 ($p < 0.05$), 与色调呈正相关 ($p < 0.05$), 系数分别为 -0.978、-0.413 和 0.415; a* 值与色度呈极显著正相关 ($p < 0.01$), 与色调呈极显著负相关 ($p < 0.01$), 系数分别为 0.512 和 -0.493; b* 值与色调、酒精度和总单宁呈极显著正相关 ($p < 0.01$), 与总酚呈显著正相关 ($p < 0.05$), 系数分别为 0.560、0.746、0.741 和 0.443。

味中很少起重要作用^[22]。通过表 4 可知, 在陈酿 6 个月后, 经过单宁处理的酒样可使葡萄酒酒体饱满, 呈现深宝石红色。相比空白组, 添加单宁的酒样口感略粗糙。从香气来看: 鞣花单宁的添加可使酒样呈现较浓郁的浆果香气; 添加葡萄单宁 200 mg/L、400 mg/L 和添加 400 mg/L 的橡木单宁会使葡萄酒出现生青味; 添加橡木单宁 200 mg/L 的葡萄酒香气浓郁, 呈现浆果

香型。添加缩合单宁 200 mg/L 的葡萄酒颜色呈现深宝石红色, 香气浓郁, 有甘草香。当添加 400 mg/L 缩合单宁时, 葡萄酒的香气复杂。不同的商业单宁提供了不同的香气成分和口感风味。综合来看, 添加缩合单宁 200 mg/L 的葡萄酒较好, 评分最高, 为 85.49 分。通过表 4, 发现该项实验对葡萄酒中涩味和苦味的影

响并未体现, 但添加不同品种的商业单宁葡萄酒感官之间有明显区别, 不同单宁带来的口感有些许差异, 但均使口感更加浓郁, 这可能会增强陈酿的潜力。同时也改善了葡萄酒的色泽, 增强葡萄酒陈酿期间的色泽稳定性, 为新疆石河子产区的生产提供思路和依据。

表 4 单宁处理葡萄酒感官评价表

Table 4 Sensory evaluation form for tannin treated wine

	颜色 (30)	香气 (20)	口感 (20)	单宁 (20)	酒体 (10)	总分	香气	颜色
CK	27.05	14.23	14.37	16.22	7.80	79.67	有浆果香气	浅宝石红色, 偏黄
PT200	28.56	15.77	13.00	16.50	7.50	81.33	香气较浓有青梗香	颜色略深
PT400	27.86	16.50	14.01	16.01	7.77	82.15	香气较浓	颜色略深
SH200	28.95	16.82	15.10	16.07	8.55	85.49	香气较浓带有甘草香	深宝石红色
SH400	27.01	16.79	14.03	16.12	7.90	81.85	香气较浓, 复杂	颜色略微偏黄
RH200	28.37	16.40	14.10	16.20	8.10	83.17	香气较浓	颜色略深
RH400	28.50	16.83	14.00	16.06	8.30	83.69	香气较浓带有浆果香	颜色略深
XM200	28.14	16.12	14.87	16.17	7.84	83.14	香气较浓	颜色略深
XM400	28.07	16.13	13.45	16.27	7.98	81.90	香气较浓	颜色略深

3 结论

本实验以新疆石河子产区所种植的赤霞珠葡萄为原料酿制葡萄酒, 通过探究单宁工艺对葡萄酒色泽及感官品评的影响, 发现添加 200 mg/L 的缩合单宁可以很好的提升葡萄酒色度, 稳定葡萄酒的色泽; 同时可以使酒体饱满, 口感有所提升。从而针对新疆产区干红葡萄酒褪色快的问题, 为新疆石河子产区酿造高品质干红葡萄酒提供一定的理论依据和技术参考。

参考文献

- [1] 李巍. 中国葡萄酒产区划分浅议[J]. 中外葡萄与葡萄酒, 2010, 1: 68-72
LI Wei. Discussion on the division of Chinese wine producing areas [J]. Chinese and Foreign Grapes and Wine, 2010, 1: 68-72
- [2] 魏晓峰, 闵卓, 何爽, 等. 海拔及工艺差异对葡萄酒中香气及酚类物质的影响[J]. 现代食品科技, 2017, 33(12): 191-201, 215
WEI Xiao-feng, MIN Zhuo, HE Shuang, et al. Effects of altitude and process differences on aroma and phenolic substances in wine [J]. Modern Food Technology, 2017, 33(12): 191-201, 215
- [3] 石晶, 张丽芝. 4 种酵母对贺兰山东麓赤霞珠干红葡萄酒理化指标的影响[J]. 现代食品, 2019, 9: 84-88
SHI Jing, ZHANG Li-zhi. Effects of 4 kinds of yeasts on physical and chemical indexes of Cabernet Sauvignon dry red wine at the eastern foot of Helan [J]. Modern Food, 2019, 9: 84-88
- [4] 董敏, 胡艳平, 谭静, 等. 单宁在饲料中的应用与研究[J]. 饲料博览, 2016, 5: 12-15
DONG Min, HU Yan-ping, TAN Jing, et al. Application and research of tannin in feed [J]. Feed Expo, 2016, 5: 12-15
- [5] Ferreira P R B, Mendes C S O, Rodrigues C G, et al. Antibacterial activity tannin-rich fraction from leaves of *Anacardium humile* [J]. Ciencia rural, 2012, 42(10): 1861-1864
- [6] 陈健敏, 黄子尧, 黄玮玥, 等. 2 种品牌不同价格葡萄酒中酚类物质及其抗氧化特性[J]. 南昌大学学报(工科), 2019, 41(2): 113-119
CHEN Jian-min, HUANG Zi-yao, HUANG Wei-yue, et al. Phenols and antioxidant properties in two different brands of wine [J]. Journal of Nanchang University (Engineering Science Edition), 2019, 41(2): 113-119
- [7] 张欢, 王丽慧, 李冰, 等. 酿酒葡萄渣单宁及主要营养成分含量分析[J]. 饲料工业, 2019, 40(19): 11-15
ZHANG Huan, WANG Li-hui, LI Bing, et al. Analysis of wine grape dregs tannin and main nutritional components [J]. Feed Industry, 2019, 40(19): 11-15
- [8] Cliff M A, King M C, Schlosser J. Anthocyanin, phenolic composition, colour measurement and sensory analysis of BC commercial red wines [J]. Food Research International, 2007,

- 40(1): 92-100
- [9] 彭传涛,贾春雨,文彦,等.苹果酸-乳酸发酵对干红葡萄酒感官质量的影响[J].中国食品学报,2014,14(2):261-263
PENG Chuan-tao, JIA Chun-yu, WEN Yan, et al. Effect of malic acid-lactic acid fermentation on sensory quality of dry red wine [J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2014, 14(2): 261-263
- [10] 孙玮璇,岳卓雅,刘珍,等.香柏木浸渍工艺酿造干红葡萄酒的感官质量分析[J].中国食品学报,2017,17(6):172-178
SUN Wei-xuan, YUE Zhuo-ya, LIU Zhen, et al. Sensory quality analysis of dry red wine produced by cedar wood impregnation process [J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2017, 17(6): 172-178
- [11] 王飞,张昂,刘烨,等.CIE 1976(L*a*b*)色空间方法在贺兰山东麓产区红葡萄酒颜色评价中的应用[J].中外葡萄与葡萄酒,2017,6:12-17
WANG Fei, ZHANG Ang, LIU Ye, et al. Research and application of CIE 1976 (L* a* b*) color space method in the evaluation of red wine color in the eastern foothills of Helan [J]. Chinese and Foreign Grapes and Wine, 2017, 6: 12-17
- [12] GB/T 15038-2006 葡萄酒、果酒通用分析方法[S]
GB/T 15038-2006 General Analysis Method for Wine and Fruit Wine [S]
- [13] 谭立杭.红葡萄酒中缩合单宁特性与感官收敛性的关系研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2019
TAN Li-hang. Study on the relationship between condensed tannin properties and sensory convergence in red wine [D]. Yangling: Northwest A & F University, 2019
- [14] Liu Yan-Xia, Liang Na-Na, Wang Jun, et al. Effect of the prefermentative addition of five enological tannins on anthocyanins and color in red wines [J]. Journal of Food Science, 2013, 78(1): C25-C30
- [15] Alcalde-Eon C, García-Estévez Ignacio, Puente V, et al. Color stabilization of red wines: a chemical and colloidal approach [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2014, 62(29): 6984-6994
- [16] Li Si-Yu, Liu Pei-Tong, Pan Qiu-Hong. Association between modification of phenolic profiling and development of wine color during alcohol fermentation [J]. Journal of Food Science, 2015, 80(4): C703-C710
- [17] Hughes M, Burns J, Lean M E, et al. Survey of the free and conjugated myricetin and quercetin content of red wines of different geographical origins [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1998, 46(2): 368-375
- [18] ZHANG Xin-ke, HE Fei, ZHANG Bo, et al. The effect of prefermentative addition of gallic acid and ellagic acid on the red wine color, copigmentation and phenolic profiles during wine aging [J]. Food Research International (Ottawa, Ont.), 2018, 106: 568-579
- [19] García-Estévez Ignacio, Alcalde-Eon Cristina, Puente Víctor, et al. Enological tannin effect on red wine color and pigment composition and relevance of the yeast fermentation products [J]. Molecules, 2017, 22(12): 2046-2053
- [20] Vazallo-Valleumbrocio G, Medel-Maraboli M, López-Solís R, et al. Commercial enological tannins: characterization and their relative impact on the phenolic and sensory composition of Carménère wine during bottle aging (article) [J]. LWT-Food Science and Technology, 2017, 83: 172-183
- [21] 曲一鸣,姚瑶,张亚飞,等.冷浸渍及单宁处理提升赤霞珠葡萄酒的品质[J].现代食品科技,2020,36(4):244-251
QU Yi-ming, YAO Yao, ZHANG Ya-fei, et al. Cold impregnation and tannin treatment to improve the quality of Cabernet Sauvignon [J]. Modern Food Science and Technology, 2020, 36(4): 244-251
- [22] VenuGopal K S, Anu-Appaiah K A. Seed incorporation during vinification and its impact on chemical and organoleptic properties in, *Syzygium cumini*, wine [J]. Food Chemistry, 2017, 237: 693-700
-
- (上接第 171 页)
- [32] SUN Run-cang, Tomkinson J. Comparative study of lignins isolated by alkali and ultrasound-assisted alkali extractions from wheat straw [J]. Ultrason Sonochem, 2002, 9(2): 85-93
- [33] Trommer H, Wartewig S, Bottcher R, et al. The effects of hyaluronan and its fragments on lipid models exposed to UV irradiation [J]. Int J Pharm, 2003, 254(2): 223-234
- [34] 续洁琨,姚新生,栗原博.抗氧化能力指数(ORAC)测定原理及应用[J].中国药理学通报,2006,22(8):1015-1021
- XU Jie-kun, YAO Xin-sheng, LI Yuan-bo. Oxygen radical absorbance capacity assay and its application [J]. Chinese Pharmacological Bulletin, 2006, 22(8): 1015-1021
- [35] Saavedra M J, Dias B C, Aires A, et al. Antimicrobial activity of phenolics and glucosinolate hydrolysis products and their synergy with streptomycin against pathogenic bacteria [J]. Med Chem, 2010, 6(3): 174-183