

不同酵母多糖对蛇龙珠干红葡萄酒品质的影响

尹宁宁^{1,2}, 许引虎³, 李敏^{1,2}, 韩舜愈^{1,2}, 王婧^{*1,2}

(1. 甘肃农业大学 食品科学与工程学院,甘肃 兰州 730070;2. 甘肃省葡萄与葡萄酒工程学重点实验室,甘肃 兰州 730070;3. 安琪酵母股份有限公司,湖北 宜昌 443003)

摘要:以酵母甘露聚糖、非活性酵母与酵母葡聚糖为研究对象,分析其对蛇龙珠干红葡萄酒基本理化指标、香气物质成分及感官品质的影响。结果表明:酵母甘露聚糖、非活性酵母与酵母葡聚糖的添加量分别为 0.3、0.45、0.45 g/L 时,对蛇龙珠干红葡萄酒品质影响效果最显著。其中酵母甘露聚糖作用效果最佳,与空白对照组相比,总酸、色调与单宁分别降低了 13.3%、12.5%与 12.3%,色度、总花色苷分别提升了 16.3%和 15.3%,柔和指数高于对照组,且在 5.0 以上;香气物质中酯类物质质量浓度提升了 25.2%,醇类物质质量浓度无明显变化,酸类物质质量浓度降低了 7.5%,醛酮萜稀类物质质量浓度增加了 50%,其中新增风味物质均可增加葡萄酒香气复杂性;感官评定较空白对照组整体评分高。3 种酵母多糖中甘露聚糖的添加效果最优,且 3 种酵母多糖均可降低葡萄酒酸度,减少单宁质量浓度,改善葡萄酒口感,增加酒体香气复杂性,稳定葡萄酒颜色,提高葡萄酒品质。

关键词: 酵母多糖;干红葡萄酒;理化指标;香气;感官品质

中图分类号: TS 262.6 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673—1689(2018)06—0646—09

Effect of Yeast Polysaccharide on the Quality of Wine Cabernet Gernischt Dry Red

YIN Ningning^{1,2}, XU Yinhu³, LI Min^{1,2}, HAN Shunyu^{1,2}, WANG Jing^{*1,2}

(1. College of Food Science and Engineering, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China; 2. Gansu Key Lab of Viticulture and Enology, Lanzhou 730070, China; 3. Angel Yeast Co.Ltd., Yichang 443003, China)

Abstract: Yeast mannose, Inactive yeast and yeast glucan were selected as the main factors to conduct this research. The physical-chemical parameters, volatile compounds and sensory properties of cabernetgernischt wine were analyzed according to effects of the three factors. As a result, wine quality was significantly promoted by pre-fermentative addition of 0.3 g/L yeast mannose, 0.45 g/L Inactive yeast and 0.45 g/L yeast glucan respectively. Moreover, the effect of yeast mannose was regarded as the most significant factor on wine quality. Comparing with control, total acids, colour intensity and total tannins content of the treatment decreased 13.3%, 12.5% and 12.3% respectively; Hue and totals anthocyanin content were increased 16.3% and 15.3% respectively. Soft index was

收稿日期: 2016-09-30

基金项目: 甘肃省农牧厅生物技术专项项目(GNSW-2014-11)。

* 通信作者: 王婧(1969—),女,甘肃庄浪人,农学博士,副教授,硕士研究生导师,主要从事食品安全与发酵微生物方面的研究。

E-mail: wangjing@gsau.edu.cn

引用本文: 尹宁宁,许引虎,李敏,等. 不同酵母多糖对蛇龙珠干红葡萄酒品质的影响[J]. 食品与生物技术学报,2018,37(06):646-654.

also promoted to some extent and higher than 5.0; Regarding the volatile compounds, total esters was increased 25.2% and total acids was decreased 7.5%; Besides, the aldehydes, ketones and terpenes were promoted 50% in total. In conclusion, three factors are positively contributed to aroma complexity, colour stability and sensory properties of cabernetgernischt wine. Three kinds of yeast polysaccharides mannann added optimal effect, and all of them can reduce wine acidity, reducing tannins content, improve wine taste, increase wine aroma complexity, stable wine color, improve the quality of wine.

Keywords: yeast polysaccharide, red wine, physicochemical properties, aroma, sensory quality

酵母多糖是源于酵母细胞壁或酵母中的大分子多糖复合物,主要由 β -葡聚糖、甘露聚糖和少量几丁质组成^[1]。这些大分子糖质胶体可以增强葡萄酒中蛋白质和酒石的稳定性,均衡葡萄酒组分,增加其圆润感和后味,增强葡萄酒香气的复杂性^[2]。目前在葡萄酒酿造工艺中的带酒泥陈酿就是为了利用酵母自溶释放出的酵母多糖来改善葡萄酒的品质,然而酵母多糖在酒泥陈酿过程中释放太慢,使得该方法成本高、时间长并存在其他质量风险^[3]。因此,如何利用商业酵母多糖产品,建立一种方便、快捷、安全的方法来提高干红葡萄酒的品质十分必要。

国外在20世纪末就开始对葡萄酒中的多糖来源以及作用进行了研究。Saucier S等^[4]人研究发现,酿造过程中加入酵母多糖后赤霞珠葡萄酒较未加入多糖的葡萄酒圆润感及单宁的细腻感明显增加。Vernhet V等^[5]研究发现,阿拉伯半乳聚糖和甘露糖蛋白能够同酒石晶核结合,阻碍其增长,维持酒体的稳定性。Guadalupe Z等^[6]研究表明,甘露糖蛋白可以与葡萄酒中的单宁反应,降低葡萄酒的苦涩感,增加其圆润感。近几年,国内也有学者对葡萄酒中的多糖来源以及作用进行了研究。李华^[6]研究显示,甘露糖蛋白可以提高葡萄酒香气的馥郁性。许引虎等^[7]研究表明,酵母多糖能显著改善葡萄酒的酒体结构,增加饱满度、均衡酒体、提高色素稳定性、降低单宁的粗糙感和葡萄酒的生青味。

目前,葡萄酒工业中普遍使用带酒泥陈酿的方法来增加葡萄酒中酵母多糖的含量,然而,在陈酿过程中酵母的自溶过程在一定程度上具有不可控性,并且如果处置不当会造成葡萄酒的生青味突出,加剧葡萄酒的氧化,导致有害微生物滋生^[8]。因此,如何利用商业酵母多糖的添加来代替酒泥陈酿是提高葡萄酒品质的研究方向之一,而且该技术在

蛇龙珠干红葡萄酒上的应用研究尚未见报道。

作者以3种不同的酵母多糖为研究对象,分析其对蛇龙珠干红葡萄酒理化指标、香气物质成分及感官品质的影响,旨在为酵母多糖在干红葡萄酒中的开发应用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

酿酒酵母:酿酒酵母 Fermicru VR5,购自荷兰 DSM Food Specialties 公司;蛇龙珠葡萄品种:来自甘肃民勤酿酒葡萄种植基地;酵母多糖、非活性酵母、酵母葡聚糖、酵母甘露聚糖:由安琪酵母股份有限公司提供。

1.2 主要试剂

2-辛醇:色谱纯, SIGMA-ALDRICH(上海)贸易有限公司;福林酚显色剂:国药集团化学试剂有限公司;葡萄糖:天津市科密欧化学试剂有限公司;氢氧化钠:天津市科密欧化学试剂有限公司;碳酸钠:天津市科密欧化学试剂有限公司;偏重亚硫酸钠:天津市科密欧化学试剂有限公司;均为分析纯。

1.3 主要仪器

CP214 型电子天平:上海奥豪斯仪器有限公司;GZX-GF101-II 电热恒温鼓风干燥器:北京科伟永兴仪器有限公司;Genesis 10s 紫外-可见分光光度计:美国 Thermo Scientific 公司;18100 摩尔超纯水机:上海摩勒科学仪器有限公司;TG-WAX 气相色谱柱:美国 Thermo Scientific 公司;TRACE1310-ISQ 气相色谱质谱仪:美国 Thermo Scientific 公司。

1.4 试验方法

1.4.1 酵母多糖的添加 酵母多糖在苹-乳发酵之后陈酿前进行添加,设置3种酵母多糖的不同添加量(0.15、0.3、0.45、0.6 g/L),并设平行与空白对照。具体操作工艺如下:

葡萄原料→筛选、除梗、破碎→加入 SO₂、果胶酶→浸渍→加酵母菌 VR→酒精发酵→皮渣分离→苹-乳发酵→换桶、过滤→陈酿(加入酵母多糖)→陈酿 60 d 后检测。

1.4.2 基本理化指标的测定

1) 总酸: 参照 GB/T 15038-2006 方法, 略作修改。2 mL 酒样加入 50 mL 蒸馏水, 滴入 2 滴酚酞指示剂混匀, NaOH 标准溶液滴定, 滴定至 30 s 不变色。记录体积 V_1 , 计算公式如下:

$$X = \frac{c \times (V_1 - V_0)}{V_2}$$

式中, X 为样品中酸质量浓度 g/L; c 为 NaOH 浓度 mol/L; V_0 为空白实验溶液的体积; V_1 为 NaOH 标准溶液消耗的体积; V_2 为酒样的体积。

2) 柔和指数: 计算公式如下^[9]

$$S = A - T - C$$

式中, S 为酒样柔和指数; A 为酒精度, 单位 % (v/v); T 为单宁质量浓度, 单位 g/L; C 为总酸质量浓度, 单位 g/L。

3) 色度色调: 参照李素岳^[10]的方法。准确吸取酒样 1 mL, 用蒸馏水定容至 10 mL 容量瓶中, 取稀释后的酒样于 1 cm 光程比色皿中, 分别在 420、520、620 nm 下测定吸光度值, 三者之和即为该酒样的色度值, 前两者吸光度值之比即为色调值。

4) 单宁: 参照崔日宝^[11]方法, 略作修改。以一水合没食子酸的浓度为横坐标, 吸光度为纵坐标绘制标准曲线, 得到单宁标准曲线方程。吸取 1 mL 酒样, 定容至 100 mL。然后吸取 1 mL 样品溶液分别加入蒸馏水 5 mL, FC 显色剂 (1 mol/L) 1 mL 和 7.5% 碳酸钠溶液 3 mL 显色。静置 2 h 后, 在 765 nm 波长下测定样品的吸光度, 再根据标准曲线方程计算出样品中单宁的质量浓度。计算公式如下:

$$\text{单宁质量浓度 (mg/L)} = \rho \times 10 \times A / V$$

式中, ρ 为测定样中一水合没食子酸的质量浓度, 单位为 $\mu\text{g/mL}$; 10 为测定样定容体积, 单位为 mL; A 为样品稀释倍数; V 为酒样体积, 单位为 mL。

5) 总花色苷: pH 示差法^[12]。吸取葡萄酒酒样 0.5 mL, 用 pH 1.0 缓冲液定容至 10 mL。室温平衡 100 min 后, 以蒸馏水为空白, 分别在 521 nm 处和 700 nm 处测定吸光值。用同样的方法测定样品在

pH 4.5 缓冲溶液中的吸光度值。利用公式进行计算:

$$\text{总花色苷质量浓度 (mg/L)} = \frac{A \times M_w \times DF \times 10}{\epsilon \times l}$$

式中, $A = (A_{\lambda_{\max}} - A_{700 \text{ nm}})_{\text{pH } 1} - (A_{\lambda_{\max}} - A_{700 \text{ nm}})_{\text{pH } 4.5}$; $M_w = 493.2 \text{ g/mol}$ (锦葵色素-3-葡萄糖苷); DF 为稀释倍数; l 为光程的厘米数; $\epsilon = 28 \text{ 000}$ 摩尔消光系数。

1.4.3 香气物质检测

1) 香气物质提取: 取 5 mL 酒样, 置于 15 mL 的样品瓶中, 分别加入 1.5 g NaCl 和 50 μL 内标物 2-辛醇, 放入搅拌转子后用瓶塞密封, 置于磁力搅拌器上 30 min, 室温条件下萃取 30 min。

2) 色谱条件: 初温 40 $^{\circ}\text{C}$ 保持 5 min, 以 3 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 升至 180 $^{\circ}\text{C}$ 保持 5 min, 进样口温度 250 $^{\circ}\text{C}$, FID 检测器温度 280 $^{\circ}\text{C}$, 载气流速 1 mL/min, GC 运行时间 57 min。

3) 质谱条件: 电子电离源 (electron ionization, EI), 电离源能量 70 eV, 传输杆温度 180 $^{\circ}\text{C}$, 离子源温度 240 $^{\circ}\text{C}$, 质量扫描范围 m/z 为 50~350。

4) 定性定量方法: 定性: 香气成分利用 MS 全离子扫描模式下的总离子流图谱, 依据色谱保留时间和质谱信息、NIST08 标准谱库比对结果以及参考相关文献相结合的方法进行定性分析^[13-15]。定量: 采用内标法进行定量分析, 内标物选用 2-辛醇。

各香气成分质量浓度 (mg/ μL) =

$$\frac{\text{各组分的峰面积} \times \text{内标物质量}}{\text{内标物峰面积} \times \text{进样量}}$$

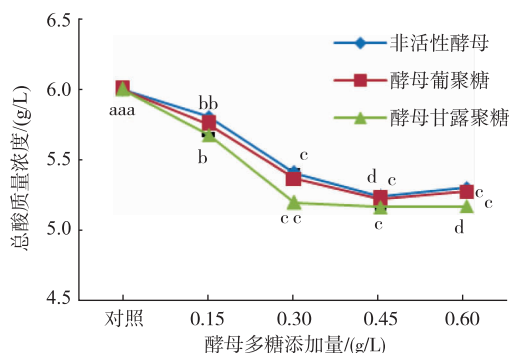
1.4.4 感官评定 感官分析根据 (González-Sanjosé, Ortega-Heras, and Pérez-Magariéo 2009) 描述的方法略有调整^[16-17]。使用 7 分结构化数值尺度来量化, 1 代表没有感觉, 7 代表感觉非常强烈。感官评价在作者所在学院标准品室中进行, 并选择 8 名经过专业培训并具有葡萄酒品鉴资格证的葡萄酒专业老师和学生进行感官评定。从颜色强度、酸度、收敛性、圆润度、香气浓郁程度、平衡感、总体评分等 7 个方面对各葡萄酒样品进行品评。

1.4.5 数据处理与分析 采用 Excel 2007 进行数据处理, SPSS 19.0 对数据进行单因素方差分析, 并利用 Duncan's 多重比较在置信区间 0.05 下对数据进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 酵母多糖对蛇龙珠干红葡萄酒基本理化指标的影响

2.1.1 酵母多糖的添加量对总酸的影响 3种酵母多糖不同添加量对蛇龙珠干红葡萄酒总酸的影响结果见图1。可以看出,添加了3种酵母多糖的处理,其葡萄酒中总酸质量浓度明显降低,随着酵母多糖添加量的增加,总酸质量浓度均呈先下降后趋于稳定的趋势。当多糖添加量为0.15 g/L时,总酸质量浓度较之空白对照组差异显著($P<0.05$),酵母甘露聚糖的添加量为0.3 g/L时,总酸质量浓度最低为5.20 g/L,比空白对照组总酸质量浓度降低了13.3%,当多糖添加量大于0.4 g/L时,总酸质量浓度不再降低,其质量浓度基本趋于稳定;当非活性酵母、酵母葡聚糖的添加量均在0.45 g/L时,总酸质量浓度最低为5.25 g/L和5.26 g/L,较之空白对照组分别降低了12.5%和12.3%,且随其添加量的增加总酸质量浓度均趋于稳定。3种多糖相比较,甘露聚糖的降酸效果最佳,这可能与多糖中甘露糖蛋白质量浓度有关,酵母甘露聚糖中甘露糖蛋白的质量浓度均高于其他两种多糖,本试验研究结果表明,酵母多糖能够显著降低干红葡萄酒的酸度,这与荣俊声等^[18]在干白葡萄酒中上的研究结果相似。



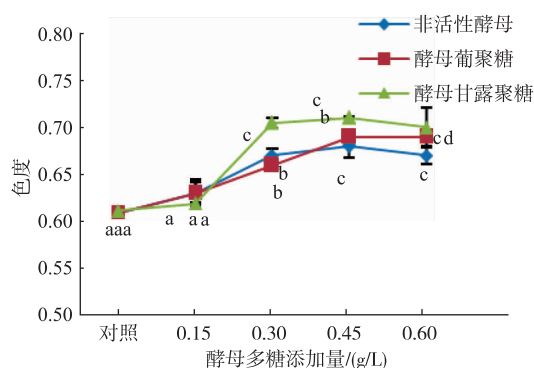
同一取样时间 a、b、c、d、e 表示样品在 0.05 水平差异显著。

图1 酵母多糖添加量对总酸质量浓度的影响

Fig. 1 Effect of yeast polysaccharide content on total acid content

2.1.2 酵母多糖的添加量对色度的影响 由图2可知,随酵母多糖添加量的增加,蛇龙珠干红葡萄酒色度的变化整体呈先上升后平缓的变化趋势。当添加量为0.15 g/L时,试验组的色度值较之空白对照组差异不显著($P>0.05$);当非活性酵母、酵母葡聚

糖与酵母甘露聚糖的添加量分别在0.45、0.45、0.3 g/L时,色度值达到峰值,其色度较空白对照组差异显著($P<0.05$),并分别提高了11.5%、13.1%、16.4%,且酵母甘露聚糖添加量为0.3 g/L的色度值均高于其他两种多糖添加量为0.45 g/L的色度值,这一结果表明,当3种酵母多糖的添加量在0.3~0.45 g/L时能够明显提高葡萄酒色度,且酵母甘露聚糖效果最佳。葡萄酒的色度是评价葡萄酒外观质量的一个重要标准,葡萄酒色度的高低主要由葡萄酒中的酚类物质如花色素苷、单宁等决定的,花色素苷、单宁含量越高,葡萄酒的颜色就越深,色度值也就高^[19]。



同一取样时间 a、b、c、d、e 表示样品在 0.05 水平差异显著。

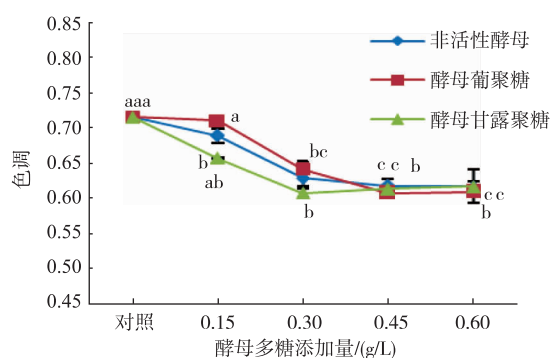
图2 酵母多糖添加量对色度的影响

Fig. 2 Effect of yeast polysaccharide on chroma

2.1.3 酵母多糖的添加量对色调的影响 由图3可以看出,随着酵母多糖添加量的增加,色调值呈下降的趋势。当酵母甘露聚糖添加量在0.3 g/L时,其色调值最低,为0.61,较空白对照组色调值降低了15.2%;而当非活性酵母与酵母葡聚糖的添加量为0.45 g/L时,其色调值最低,为0.62和0.61,分别降低了13.9%和15.2%,且3个试验组均较空白对照组差异显著($P<0.05$)。Escot等^[20]人研究表明,甘露糖蛋白与游离色素结合,生成色素化合物阻止了花青素聚集沉淀。而本试验色调的演变结果印证了以上观点,葡萄酒在420 nm时有较低的红光吸收率,而在520 nm时有较高的红光吸收率,两者的比值减小是色调值逐渐下降的主要原因,由此说明加入酵母多糖对葡萄酒保持相对新鲜的红色色泽具有积极作用。

2.1.4 酵母多糖的添加量对单宁的影响 单宁是评价葡萄酒品质的重要指标。由图4可知,3种酵母多糖对单宁的影响趋势基本一致,随着酵母多糖添

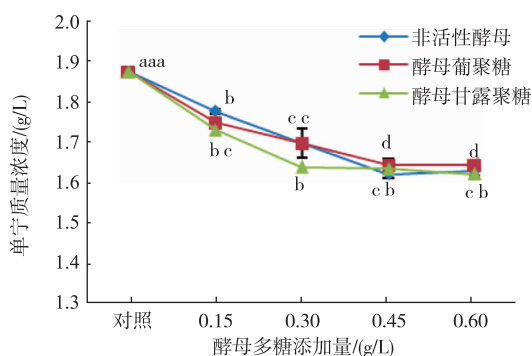
加量的增加,单宁含量呈下降趋势。非活性酵母、酵母葡聚糖与酵母甘露聚糖的添加量分别为 0.45、0.45、0.3 g/L 时单宁含量最低,分别为 1.62、1.64、1.64 g/L,较空白对照组降低了 13.4%、12.3%、12.3%,且变化趋势随多糖添加量增加逐渐减缓。可能是由于酵母多糖类物质尤其是甘露糖蛋白与单宁酸等酚类物质相互作用,形成大分子聚合物,从而维持葡萄酒单宁的稳定,提高了酒体的圆润度。有国外学者研究表明,葡萄酒中粗糙单宁含量影响葡萄酒的口感和品质,而多糖可以结合部分单宁以干扰了单宁的粒度来维持酒体中单宁的稳定^[21]。



同一取样时间 a、b、c、d、e 表示样品在 0.05 水平差异显著。

图 3 酵母多糖添加量对色调的影响

Fig. 3 Effect of adding amount of yeast polysaccharide on hue



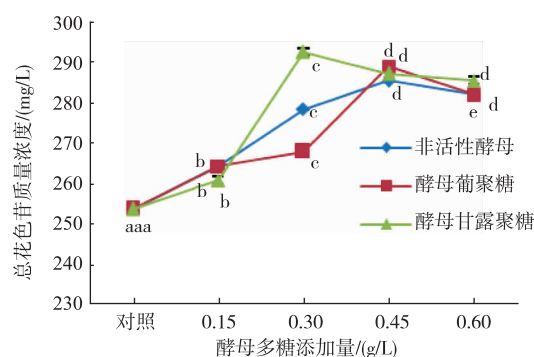
同一取样时间 a、b、c、d、e 表示样品在 0.05 水平差异显著。

图 4 酵母多糖对单宁质量浓度的影响

Fig. 4 Effect of yeast polysaccharide on tannin content

2.1.5 酵母多糖对总花色苷的影响 由图 5 可知,总花色苷质量浓度随酵母多糖添加量的增加呈逐渐上升的趋势,非活性酵母、酵母葡聚糖与酵母甘露聚糖的添加量分别在 0.45、0.45、0.3 g/L 时,总花色苷质量浓度达到峰值,其中添加酵母甘露聚糖的试验组质量浓度最高,为 292.4 mg/L,较空白对照组

提升了 15.3%。这可能是由于酵母多糖结合葡萄酒中的单体花色苷,相互作用形成色素聚合物,从而阻止了部分色素的聚集沉淀^[22]。而 Asenstorfer^[23]研究表明,酵母多糖的某些成分有利于形成新的聚合花色苷,这会使酒体更稳定、耐受 pH 变化和氧化反应,从而有助于酒体颜色的稳定。随多糖添加量的增加,总花色苷质量浓度有所降低但变化不大,可能是由于形成的多糖色素聚合物聚集而沉淀。

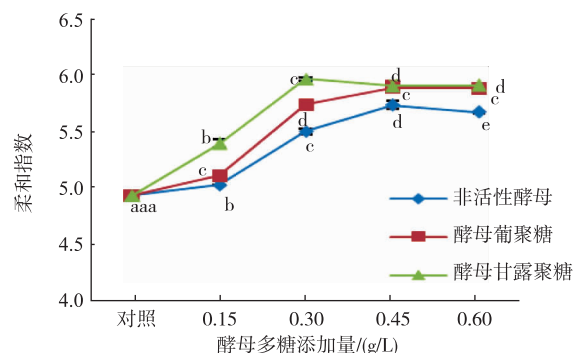


同一取样时间 a、b、c、d、e 表示样品在 0.05 水平差异显著。

图 5 酵母多糖添加量对总花色苷质量浓度的影响

Fig. 5 Effect of yeast polysaccharide on total anthocyanins

2.1.6 酵母多糖的添加量对柔和指数的影响 柔和指数反映了葡萄酒的口感、收敛程度和平衡感^[24]。由图 6 可以看出,添加多糖的试验组柔和指数均达到 5.0 以上,多糖添加量在 0.3 g/L 时,添加酵母甘露聚糖的试验组的柔和指数达到峰值;而多糖添加量在 0.45 g/L 时,添加非活性酵母及酵母葡聚糖的试验组柔和指数最高。有研究表明,柔和指数达到 5.0 以上的葡萄酒品质较好^[25]。



同一取样时间 a、b、c、d、e 表示样品在 0.05 水平差异显著。

图 6 酵母多糖添加量对柔和指数的影响

Fig. 6 Effect of the amount of yeast polysaccharide on the soft index

2.2 酵母多糖对蛇龙珠干红葡萄酒香气物质的影响

根据理化指标的分析结果,分别以3种酵母多糖影响效果最优的试验组进行,非活性酵母与酵母

葡聚糖选用添加量为0.45 g/L的试验组,酵母甘露聚糖选用添加量为0.3 g/L的试验组,各试验组其香气成分及质量浓度见表1。

表1 蛇龙珠干红葡萄酒香气成分及质量浓度

Table 1 Volatile compounds in wines produced of Cabernet Gernicht wine

主要香气成分	香气化合物	香气物质质量浓度/(mg/L)			
		对照	非活性酵母	酵母葡聚糖	酵母甘露聚糖
酯类	乙酸乙酯	0.63±0.01	0.71±0.01	0.64±0.02	0.82±0.00
	丁酸乙酯	0.10±0.01	0.12±0.01	0.09±0.01	0.12±0.00
	乙酸异戊酯	0.13±0.02	0.20±0.01	0.16±0.03	0.23±0.01
	乙酸己酯	ND	0.03±0.01	ND	0.02±0.02
	庚酸乙酯	ND	0.06±0.02	0.03±0.01	0.07±0.01
	乳酸乙酯	0.22±0.04	0.42±0.00	0.34±0.01	0.50±0.03
	辛酸乙酯	1.31±0.00	1.26±0.02	1.35±0.02	1.35±0.01
	壬酸乙酯	ND	ND	0.02±0.01	0.05±0.01
	癸酸乙酯	0.85±0.01	1.12±0.03	1.23±0.01	1.28±0.00
	辛酸戊酯	ND	0.05±0.00	ND	0.08±0.01
	反式-4-癸烯酸乙酯	0.3±0.01	0.25±0.00	0.22±0.00	0.25±0.00
	丁二酸二乙酯	0.08±0.02	0.19±0.00	0.13±0.01	0.26±0.00
	辛酸-3-甲基丁酯	ND	0.04±0.01	0.05±0.00	0.05±0.01
	乙酸苯乙酯	0.41±0.03	0.38±0.04	0.42±0.04	ND
	十四酸乙酯	0.27±0.01	0.26±0.01	0.29±0.02	0.30±0.01
	十六酸乙酯	0.35±0.00	0.33±0.00	0.30±0.01	0.38±0.01
	10-十一烯酸乙酯	ND	ND	0.06±0.01	0.09±0.01
	棕榈酸乙酯	ND	0.04±0.02	0.07±0.00	0.05±0.00
	肉豆蔻酸乙酯	0.09±0.00	0.08±0.01	ND	0.05±0.01
	月桂酸乙酯	0.41±0.01	0.47±0.02	0.38±0.00	0.50±0.00
	Total	5.15	6.03	5.4	6.45
醇类	正丁醇	0.03±0.00	0.03±0.01	0.02±0.00	0.03±0.01
	正戊醇	2.52±0.01	2.64±0.01	2.60±0.01	2.58±0.01
	正己醇	0.52±0.01	0.56±0.00	0.60±0.01	0.50±0.01
	3-甲基-1-戊醇	ND	0.06±0.00	ND	0.07±0.01
	叔十六硫醇	2.23±0.02	1.95±0.01	2.32±0.01	2.35±0.04
	正庚醇	0.05±0.00	0.04±0.01	0.06±0.00	0.05±0.00
	2-壬醇	ND	ND	0.03±0.01	0.05±0.00
	1-壬醇	0.06	0.07±0.00	0.06±0.00	0.07±0.01
	1-葵醇	ND	0.03±0.00	0.05±0.01	ND
	苯乙醇	1.65±0.01	1.62±0.03	1.63±0.00	1.60±0.01
	1-十四醇	0.01±0.00	0.03±0.01	0.02±0.00	0.03±0.00
	Total	6.07	6.00	6.40	6.13
酸类	乙酸	0.34±0.01	0.30±0.01	0.33±0.00	0.35±0.01
	异丁酸	0.08±0.01	0.08±0.00	0.08±0.01	ND
	丁酸	0.11±0.00	0.10±0.00	0.09±0.01	0.11±0.02
	己酸	0.21±0.01	0.19±0.01	0.18±0.00	0.17±0.00

续表 1

主要香气成分	香气化合物	香气物质质量浓度/(mg/L)			
		对照	非活性酵母	酵母葡聚糖	酵母甘露聚糖
	辛酸	0.14±0.00	0.13±0.01	0.12±0.01	0.16±0.01
	(±)-3-羟基月桂酸	0.10±0.00	0.11±0.02	0.09±0.00	0.07±0.00
	癸酸	0.56±0.01	0.53±0.01	0.55±0.02	0.57±0.01
	9-癸烯酸	ND	0.05±0.00	ND	0.04±0.00
	香叶酸	0.04±0.01	ND	0.05±0.01	ND
	壬酸	0.03±0.00	0.02	0.03±0.01	0.02±0.01
	Total	1.61	1.51	1.52	1.49
醛酮萜稀类	大马士酮	ND	0.04±0.01	0.02±0.00	0.02±0.01
	月桂醛	0.02±0.01	0.03±0.01	0.03±0.01	0.02±0.00
	癸醛	ND	ND	0.03±0.00	ND
	芳樟醇	0.12±0.02	0.12±0.00	ND	0.12±0.00
	松油醇	ND	0.03±0.00	0.02±0.01	0.05±0.00
	苧醇	0.06±0.01	0.03±0.01	0.03±0.01	0.03±0.00
	苯乙烯	0.04±0.01	0.04±0.00	0.05±0.00	0.02±0.01
	香茅醇	ND	0.06±0.01	0.08±0.01	0.08±0.00
	6-叔丁基间甲酚	ND	ND	ND	0.05±0.01
	Total	0.22	0.30	0.21	0.33

注:ND 表示未检测出

2.2.1 酯类化合物 酯类化合物是对葡萄酒整体香气组成具有积极贡献作用的一类重要物质。由表 1 可知,添加非活性酵母、酵母葡聚糖及酵母甘露聚糖的试验组与空白对照组相比,试验组检测出的酯类物质分别为 18 种、17 种、19 种,而空白对照组只检测到 13 种,其质量浓度分别为 6.03、5.4、6.45、5.15 mg/L。试验组检测出新的风味物质有乙酸己酯、庚酸乙酯、壬酸乙酯、辛酸戊酯、辛酸-3-甲基丁酯、10-十一烯酸乙酯、棕榈酸乙酯等 6 种酯类物质。由此可见,添加酵母多糖可增加酯类物质的种类与质量浓度,其中添加酵母甘露聚糖的试验组酯类物质种类与质量浓度最高,较对照组提高了 46.15%和 25.24%。Lubber 等^[26]研究证明,作为酵母多糖主要成分的甘露糖蛋白,其蛋白端可通过与酒体中香气物质作用来增加香气的稳定性并提高香气持久性。

此外,添加酵母多糖的葡萄酒中具有花香、果香的乙酯化合物质量浓度明显增多。例如乳酸乙酯具有果香、朗姆酒味、牛奶香味,添加酵母甘露聚糖的试验组质量浓度最高达到 0.50 mg/L;而具有梨香、白兰地香的癸酸乙酯,试验组质量浓度均达到 1 mg/L 以上。这些香气物质能赋予葡萄酒独特的香

气,增加其香气馥郁性、协调感,提高葡萄酒品质。

2.2.2 醇类物质 醇类化合物是葡萄酒样中检测到的又一大化合物,主要由发酵过程中糖代谢产生。由表 1 可知,试验组与对照组比,醇类物质的种类与质量浓度均相差不大。3 个多糖试验组均检测出 10 种醇类物质,空白对照组检测出 8 种,其质量浓度分别为 6.00、6.40、6.13、6.07 mg/L。可能是由于醇类物质大部分来源于酒精发酵阶段,而酵母多糖添加于陈酿前,使得试验组与对照组的醇类物质相差不大。

2.2.3 酸类物质 酸类化合物是葡萄酒发酵过程中代谢副产物,当质量浓度过高时会对葡萄酒的感官质量造成负面影响。由表 1 可知,试验组与空白对照组分别检测出 9 种、9 种、8 种与 9 种,总质量浓度分别为 1.51、1.52、1.49、1.61 mg/L,其中添加甘露聚糖的试验组质量浓度最低,较空白对照组降低了 7.5%。酸类化合物种类差别不大,质量浓度明显降低,可能是由于多糖物质与挥发性酸类化合物相互作用降低了挥发性酸类物质质量浓度。

2.2.4 醛酮及萜稀类化合物 添加非活性酵母,酵母葡聚糖及酵母甘露聚糖的试验组检测到的醛酮及萜稀类物质分别为 7 种、7 种、8 种,而对照组检

测到4种。试验组检测出的风味物质有大马士酮、癸醛、松油醇、香茅醇、6-叔丁基间甲酚,其中添加酵母甘露聚糖的试验组醛酮及萜稀类化合物种类与质量浓度到达最高,较空白对照组均提升了50%。虽然这些物质在葡萄酒中质量浓度较低,但对总体的风味构成起到了积极作用,如萜稀类物质可以赋予酒体花香,果香和植物香,对提高酒体的整体风味具有一定贡献^[27-28]。

2.3 感官分析

由图7可以看出,试验组和对照组清澈度和酸度差异不明显,其他项目均有较大的差异。从颜色强度来分析,试验组的颜色强度值均高于对照组,可能是由于多糖与酚类物质结合,阻止了与单宁相互作用,维持红葡萄酒的颜色稳定。而从口感收敛性与圆润程度来分析,对照组的收敛性较强而圆润度较低,这可能与单宁质量浓度有关。酵母多糖结合葡萄酒中的单宁,掩盖了某些单宁的粗糙感和生青味,降低了收敛感,增加了葡萄酒的圆润程度。从香气浓郁度与整体评分分析,空白对照组的香气浓郁度与整体评分最低,添加酵母甘露聚糖的试验组香气浓郁度与整体评分最高,具有浓烈的果香与花香,受欢迎程度较高。

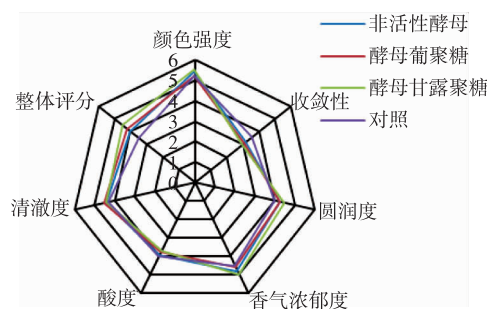


图7 感官分析雷达图

Fig. 7 Radar map of sensory analysis

3 结语

通过添加3种不同酵母多糖,分析其对蛇龙珠干红葡萄酒品质的影响。结果表明,3种多糖均对葡萄酒品质具有积极作用。其中,非活性酵母、酵母葡聚糖及酵母甘露聚糖的添加量分别为0.45,0.45,0.3 mg/L时影响效果最显著,且酵母甘露聚糖作用效果最佳,可降低葡萄酒的酸度,稳定葡萄酒颜色,使其更加亮丽。酵母多糖结合酒中的粗糙单宁,减少单宁质量浓度,平衡葡萄酒构架使其口感更加柔和,圆润。同时,添加酵母多糖可增加葡萄酒香气的复杂性,稳定香气成分,提高香气的持久性。

参考文献:

- [1] GUO Yongliang, FAN Xi. Application of yeast polysaccharide in wine brewing[J]. *Sino-Overseas Grapevine & Wine*, 2012 (2): 48-52. (in Chinese)
- [2] ZHU Li, WANG Xianzu, GUERRAND D, et al. Yeast polysaccharide can effectively improve the overall taste and quality of wine [J]. *Sino-Overseas Grapevine & Wine*, 2005 (3): 60-63. (in Chinese)
- [3] SAUCIER C, ROUX D. Stabilité colloïdale de polymères catéchiques. Influence des polysaccharides[J]. *Aline Lonvaud-Funeï*, 1996: págs. 395-400.
- [4] VERNHET A, PELLERIN P, PRIEUR C, et al. Charge properties of some grape and wine polysaccharide and polyphenolic fractions[J]. *American Journal of Enology and Viticulture*, 1996, 47(1): 25-30.
- [5] GUADALUPE Z, MARTINEZ L, AYESTARAN B. Yeast mannoproteins in red winemaking: effect on polysaccharide, polyphenolic, and color composition[J]. *American Journal of Enology and Viticulture*, 2010, 61(2): 191-200.
- [6] LI Hua. Effect of polysaccharide on the sensory quality of wine[J]. *Liquor Making*, 2001, 28(6): 65-67. (in Chinese)
- [7] XU Yinhu, WU Weiwei, PENG Tao, et al. Research on yeast polysaccharides in grape wine & its application[J]. *Liquor-Making Science & Technology*, 2011(9): 81-83. (in Chinese)
- [8] 王安娜. 酵母多糖在葡萄酒生产中的应用研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2013.
- [9] ZHAO Hongfei, ZHOU Fang, DZIUGAN Piotr, et al. Development of organic acids and volatile compounds in cider during malolactic fermentation[J]. *Czech Journal of Food Sciences*, 2014, 32(1): 69-76.
- [10] 李素岳. 蛇龙珠果实成熟过程中的品质变化及浸渍工艺对其葡萄酒品质的影响[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2013.
- [11] 崔日宝. 河西走廊不同产地原料及浸渍工艺对赤霞珠干红葡萄酒挥发性成分的影响[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2013.
- [12] ARAMWIT P, BANG N, SRICHANA T. The properties and stability of anthocyanins in mulberry fruits[J]. *Food Research*

- International**, 2010, 43(4): 1093-1097.
- [13] GONZALEZ R D, CEBOLLERO E, GONZALEZ R. A recombinant *Saccharomyces cerevisiae* strain overproducing mannoproteins stabilizes wine against protein haze[J]. **Applied & Environmental Microbiology**, 2008, 74(17): 5533-40.
- [14] LI Hua, TAO Yongsheng, KANG Wenhui, et al. Wine aroma analytical investigation progress on GC [J]. **Journal of Food Science and Biotechnology**, 2006, 25(1): 99-104. (in Chinese)
- [15] LI Hua, FENG Lidan, LIANG Xinhong, et al. Analysis of ethyl carbamate in wines using solid-phase extraction in combination with gas chromatography/mass spectrometry[J]. **Journal of Food Science and Biotechnology**, 2008, 27(1): 62-66. (in Chinese)
- [16] GONZALEZ S M L, ORTEGA H M, PEREZ M S. Microoxygenation treatment and sensory properties of young red wines[J]. **Food Science & Technology International**, 2008, 14: 123-130.
- [17] PEREZ M S, ORTEGA H M, CANO M E, et al. The influence of oak wood chips, micro-oxygenation treatment, and grape variety on colour, and anthocyanin and phenolic composition of red wines[J]. **Journal of Food Composition & Analysis**, 2009, 22(3): 204-211.
- [18] RONG Junsheng, LU Yuqing, GONG Hansheng, et al. Effects of zymosan on the quality of dry white grape wine[J]. **Liquor-Making Science & Technology**, 2013(12): 61-64. (in Chinese)
- [19] LI Riri, ZHANG jiang, LIU Junxi, et al. Effects of the addition of yeast polysaccharides on the quality of mulberry wine [J]. **Liquor-Making Science & Technology**, 2015(9): 49-53. (in Chinese)
- [20] ESCOT S, FEUILLAT M, DULAU L, et al. Release of polysaccharides by yeast and the influence of released polysaccharides on color stability and wine astringency[J]. **Australian Journal of Grape & Wine Research**, 2008, 7(3): 153-159.
- [21] RIOU V, VERNHET A, DOCO T, et al. Aggregation of grape seed tannins in model wine—effect of wine polysaccharides[J]. **Food Hydrocolloids**, 2002, 16(1): 17-23.
- [22] HAN Fuliang, LI Yang, LI Jiming, et al. Relation between anthocyanin structures and color in red wine: a review[J]. **Journal of Food Science and Biotechnology**, 2011, 30(3): 328-335. (in Chinese)
- [23] ASENSTORFER R E, HAYASAKA Y, JONES G P. Isolation and structures of oligomeric wine pigments by bisulfite-mediated ion-exchange chromatography[J]. **Journal of Agricultural & Food Chemistry**, 2001, 49(12): 5957-5963.
- [24] ZHU Li, POINSAUT P, et al. Full structure, soft palate, stable and high grade wine brewing[J]. **Sino-Overseas Grapevine & Wine**, 2004, 3(16): 48-53. (in Chinese)
- [25] LIU Zhaoxia, LIU Qing, LI Xun, et al. Investigation of the relationship of content of tannins and taste of the grape wine [J]. **Journal of Food Safety and Quality**, 2014(7): 2226-2230. (in Chinese)
- [26] LUBBERS S, VOILLEY A, FEUILLAT M, et al. Influence of mannoproteins from yeast on the aroma intensity of a model wine [J]. **LWT – Food Science and Technology**, 1994, 27(2): 108-114.
- [27] FEUILLAT M. The action of polysaccharides on the aromatic and tartaric stabilization in wines. [J]. **Revue Des Oenologues**, 1999, 11(93): 23-28.
- [28] LI Hua, YANG Xinyuan, HU Boran, et al. Effect of yeast mannose protein on the stability of grape wine[J]. **Food Science**, 2003, 24(10): 104-107. (in Chinese)