蓝莓酒澄清稳定处理中组分及抗氧化活性变化

李亚辉， 周剑忠*， 马艳弘， 张宏志， 王 英
（江苏省农业科学院 农产品加工研究所，江苏 南京 210014）

摘要： 通过对蓝莓酒理化指标、微生物指标、挥发性香气物质、多酚质量浓度及抗氧化活性的测定，研究了其在澄清稳定处理过程中组分和抗氧化性的变化。结果显示：澄清稳定处理中，总糖质量浓度没有变化，pH 值和总酸质量浓度有较小变化；酒精度在处理过程中逐渐降低，但没有显著差异；总二氧化硫、游离态二氧化硫和干浸出物质量浓度显著降低，其中硅藻土过滤和下胶处理对其影响较大；澄清稳定处理后挥发性香气物质数量大大减少，由处理前的 38 种减少为 25 种；总酚和总花色苷质量浓度显著降低，其中下胶和冷冻处理对其影响较大；DPPH 自由基清除率、超氧阴离子自由基清除率、还原力和总抗氧化性也均有显著降低。澄清稳定处理降低了蓝莓酒的营养成分和生物活性，此研究为进一步优化澄清稳定处理步骤奠定了基础。

关键词： 蓝莓酒；澄清稳定；组分；抗氧化性
中图分类号：S 567.2 **文章编号：**1673-1689(2019)06-0072-08 **DOI：**10.3969/j.issn. 1673-1689.2019.06.010

Variation of Composition and Antioxidant Activity during Clarification and Stabilization Process of Blueberry Wine

LI Yahui， *ZHOU Jianzhong**， *MA Yanhong*， *ZHANG Hongzhi*， *WANG Ying*
（Institute of Farm Product Processing，Jiangsu Academy of Agricultural Sciences，Nanjing 210014，China）

Abstract： Composition and antioxidant activity changes of blueberry wine were assessed during the process of clarification and stabilization，through the determination of it's physical and chemical indicators，microbial indicator，volatile aroma components，polyphenol amount and antioxidant activity. Results showed that，through the process of clarification and stabilization，no changes occured for total sugar content，while minor changes occured for pH value and total acid content. Alcohol content decreased gradually during the process，but no significant difference. Total sulfur dioxide，free sulfur dioxide and dry extract content decreased significantly，which was affected greatly by diatomaceous earth filtration and fining treatment. The number of volatile aroma components greatly decreased from 38 kinds to 25 after the treatment. Total polyphenols and total anthocyanin content significantly reduced，fining and freezing treatment showed great inpact on it.

收稿日期： 2016-10-25
基金项目： 江苏省自然科学基金青年基金项目(BK20170603)；青海省科技计划企业研究转化与产业化专项(2018-SF-C11)；江苏省农业科学院农产品加工研究所科研基金项目(JG(2017)03)。
作者简介： 李亚辉(1985—)，男，博士，副研究员，硕士研究生导师，主要从事食品发酵及生物技术研究，E-mail：liqianhao217@126.com
*** 通信作者：** 周剑忠(1965—)，男，博士，研究员，硕士研究生导师，主要从事食品科学及生物工程研究，E-mail：zjzluck@126.com
引用本文： 李亚辉，周剑忠，马艳弘，等. 蓝莓酒澄清稳定处理中组分及抗氧化活性变化[J]. 食品与生物技术学报，2019，38(06)：72-79.

DPPH radical scavenging, superoxide anion radical scavenging, reducing power and total antioxidant activity also decreased significantly. The process of clarification and stabilization reduced the nutrients and bioactivity of blueberry wine, this provides a theoretical basis for further optimization of the process.

Keywords: blueberry wine, clarification and stabilization, composition, antioxidant activity

蓝莓,俗称越桔,是杜鹃科越橘属野生落叶灌木浆果,果实球形或椭圆形,成熟后为蓝紫色,果皮表面有白霜[1]。蓝莓原产于欧美,世界上有 450 多个品种,我国有 91 个种 28 个变种,主要分布于东北和西南地区,共中兔眼品种蓝莓在我国南方地区有较大面积的种植[2]。蓝莓果实色泽鲜艳、酸甜可口、营养物质丰富,尤其是花色苷和多酚含量位居果蔬之首[3-4]。蓝莓具有抗氧化、防衰老等多种功效,不仅可以防治各种疾病还可以增强人体健康,具有较高的营养价值和保健功能[5]。

蓝莓酒是一种新兴果酒,是以蓝莓为原料的生物发酵制品。其不仅最大程度地保留了蓝莓原果中的营养成分,而且通过发酵还产生了大量生物活性物质,因此被誉为“液体黄金”、“酒中皇后”和“口服的人类化妆品”[6]。浑浊沉淀是蓝莓酒生产中常见的问题,尤其是装瓶后产生浑浊沉淀将会大大影响其品质和商品形象。澄清稳定处理是蓝莓酒生产中的重要步骤,也是解决果酒浑浊沉淀的主要方法,它可使果酒获得良好的澄清度和稳定性[7]。澄清稳定处理的方法主要有离心、下胶、过滤、热处理、冷处理、添加稳定剂等[8-9]。通过澄清稳定处理,酒体获得良好澄清度,变得清澈透亮,并且处于稳定状态长期保持这一澄清度。但在果酒发酵结束后,任何的处理都是以牺牲果酒的质量为代价的,因此应将对酒的处理降至最小程度。

本文作者在课题组前期对蓝莓酒澄清稳定处理方法优化的基础上,研究了澄清稳定处理过程中蓝莓酒组分和生物活性的变化,以期为在蓝莓酒后处理中保证蓝莓酒品质奠定一定的理论基础。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

蓝莓酒(兔眼蓝莓酿造,12.1%),句容万山红遍生物科技有限公司提供。

硅藻土、皂土,上海杰兔工贸有限公司产品;葡萄糖标准液、碘标准液、NaOH 标准液、菲林试剂,深圳市博林达科技有限公司产品; 没食子酸标品,国药集团化学试剂有限公司产品;福林试剂,上海荔达生物科技有限公司产品;$FeSO_4$、V_C、邻苯三酚、铁氰化钾,天津科密欧试剂公司产品;其他试剂均为市售分析纯。

1.2 仪器与设备

酒精计、玻璃整流器、密度瓶,上海玻璃仪器厂制造;控温冰箱,北京福意联电器有限公司产品;pH 酸度计,梅特勒-托利多产品;砂芯过滤器,德州润昕实验仪器有限公司产品;HH-2 数显恒温水浴锅,国华电器有限公司产品;超净工作台,苏州苏净净化设备厂制造;LRH-150 生化培养箱, 上海一恒科技有限公司产品;DSX-280B 手提式蒸汽灭菌器,上海申安医疗器械厂制造;7890 气相色谱仪、5975C 质谱仪, 美国 Agilent 公司产品; 萃取头, 美国 Supelco 公司产品;UV-3802H 紫外可见分光光度仪,上海尤尼柯仪器有限公司产品;数显加热磁力搅拌器,上海越众仪器设备有限公司产品。

1.3 澄清稳定处理步骤

发酵结束→自然澄清→硅藻土过滤→下胶处理→冷冻处理→硅藻土过滤→微滤

操作要点:自然澄清温度为 15~20 ℃,时间为 1 个月;硅藻土松散密度为 0.10~0.20;微滤滤膜孔径为 0.45 μm。

其他操作要点及参数参照李亚辉等优化的蓝莓酒澄清稳定处理方法[10]。

通过上述处理的蓝莓酒澄清度和色度分别为 0.749 和 1.128,和没有进行处理的相比具有良好的澄清度、无潜在的蛋白质破败和色素沉淀,且在长时间瓶储中具有良好的澄清度和色度稳定性。

取样:每个处理步骤结束后取样一次,除测定微生物指标外,其余样品放-4 ℃冰箱待测。

1.4 试验方法

1.4.1 理化指标测定 pH 值采用酸度计进行测定。

酒精度、总糖、总酸、总 SO_2、游离 SO_2 和干浸出物参照国标 GB /T 15038-2006《葡萄酒、果酒通用分析方法》进行检测。

1.4.2 微生物指标测定 菌落总数测定：参照 GB 4789.2-2010《菌落总数测定》；酵母菌数测定：参照 GB 4789.15-2010《霉菌和酵母计数》。

1.4.3 挥发性香气物质测定 参照曹雪丹等所述方法[11]。气相色谱条件为：程序升温，40 ℃ 保持 3 min，以 3 ℃/min 升至 160 ℃，2 min 后，以 8 ℃/min 升至 220 ℃，3 min 后，进样口温度达 250 ℃。质谱条件：电子能量 70 eV，离子源温度 230 ℃。定性分析：气相色谱-质谱进行分析鉴定，计算各个色谱峰的保留指数，运用计算机谱库进行检索及分析，确认检测物成分。

1.4.4 多酚质量浓度测定 总酚质量浓度测定。参照牛雪等所述福林酚法[12]：取样品 0.1 mL，蒸馏水为空白，加浓度为 1 mol/L 的福林酚试剂 0.1 mL 和 60 g/L 碳酸钠溶液 0.8 mL，在微波炉中档下处理 20 s 后，在 765 nm 波长下测定其吸光值。结果以每升样品中含有相当没食子酸的克数表示。

总花色苷质量浓度测定。参照孙婧超等所述 pH 示差法进行花色苷含量测定[13]。计算公式如(1)

$$C/(\text{mg/L})=[(A\times M_w)/(\varepsilon\times 1)]\times Df\times 1\,000 \quad (1)$$

式中 C 为总花色苷质量浓度，mg/L；M_w 为矢车菊色素葡萄糖苷相对分子质量(484.82)；ε 为矢车菊色素葡萄糖苷的消光系数(24 825)；Df 为稀释倍数。

1.4.5 抗氧化活性测定 DPPH 自由基清除能力测定。参照 Atoui et al.所述方法[14]：取 1 mL 样品，蒸馏水为空白，对照组用 0.4 mg/mL 的 Vc 溶液代替样品。

$$DPPH\cdot/\%=(1-A_1/A_0)\times 100 \quad (2)$$

式(2)中 A_1 为样品组的吸光值；A_0 为对照组的吸光值。

超氧阴离子自由基清除能力测定。参照胡翠珍等所述方法[15]：以 Tris-HCl 缓冲液作参比，在 320 nm 波长处测定样品吸光度 A_1，以等体积的蒸馏水代替样品和邻苯三酚溶液，测对照吸光度 A_0，计算清除率，如式(3)。

$$O_2\cdot-\text{清除率}=((A_0-A_1)/A_0)\times 100\% \quad (3)$$

还原力测定。参照黄晓杰等所述方法[16]：取样品 0.1 mL，蒸馏水为空白，加磷酸钠缓冲液 2.5 mL，质量分数 1%铁氰化钾溶液 2.5 mL，混合均匀，置于 50 ℃水浴 20 min 后冷却。然后加体积分数 10%三氯乙酸溶液 2.5 mL，混合均匀。取反应液 5 mL，加蒸馏水和质量分数 0.1%氯化铁溶液各 5 mL，混合均匀，于 700 nm 处测量吸光值 A。吸光度值越高表明还原力越强。

总抗氧化活性测定。参照李亚辉等所述 FRAP 法[17]：取 1 mL 样品，蒸馏水为空白，对照用 0.4 mg/mL 的 VC 溶液代替，每个样品重复 3 次。以 1.0 mmol/L $FeSO_4$ 为标准，样品抗氧化活性以达到同样吸光值所需 $FeSO_4$ 的浓度(μmol/L)表示，定义为 FRAP 值。

1.5 数据分析

每个样品重复测定 3 次，利用 Excel 和 SPSS18.0 数据处理软件进行数据处理及统计分析。

2 结果与分析

2.1 理化指标的变化

蓝莓酒澄清稳定处理中理化指标的变化如表 1 所示。由表 1 可知，pH 值和总酸质量浓度在处理过程中有一定的变化，但变化较小，冷冻处理后 pH 值有较小的增加，总酸质量浓度有较小的减少，但没有显著性差异。冷冻处理后 pH 值和总酸质量浓度较小的变化，可能是因为冷冻处理导致酒中部分酸盐达到饱和状态，并结晶析出，从而使总酸质量浓度降低、pH 值升高[18]。这说明冷冻处理可在一定程度上降低蓝莓酒的酸度，改善蓝莓酒的口感，但效果不明显。发酵结束后，总糖质量浓度在 4 g/L 以下，达到了干酒的标准，在整个处理过程中总糖质量浓度几乎没有变化，一直维持在 3.75 g/L 左右。酒精度在处理过程中逐渐降低，硅藻土过滤对酒精度的变化影响较大，可能是在过滤过程中酒精挥发引起的酒精度降低。这说明在处理过程中应尽量减少硅藻土过滤的次数和时间，以避免酒精的损失。总二氧化硫和游离态二氧化硫质量浓度在处理过程中有较显著的降低，硅藻土过滤对总二氧化硫质量浓度有较大的影响，使其显著降低；硅藻土过滤和下胶处理对游离态二氧化硫质量浓度有较大的影响，使其显著降低；处理结束后总二氧化硫质量浓度降低了 28.6%，游离态二氧化硫质量浓度降低了 55.6%，处理过程对游离态二氧化硫质量浓度的影响显著大于对总二氧化硫质量浓度的影响。二氧化硫是果酒酿造中重要的辅料，可以起到杀菌和抗氧化的作用。酒中二氧化硫分为结合态和游离态，只有游离态二氧化硫才具有抗氧化性和杀菌性，因此

要在保持总二氧化硫质量浓度一定的情况下,尽量提高游离态二氧化硫的质量浓度[19]。此结果说明,澄清稳定处理对二氧化硫质量浓度尤其是游离态二氧化硫含量有较大影响,因此要进一步优化澄清稳定处理条件使其对游离态二氧化硫的影响降到最低,或是在处理后及时补加一定量的二氧化硫,提高游离态二氧化硫质量浓度,使蓝莓酒保持一定的抗菌能力和抗氧化能力。干浸出物在处理过程中也有显著降低,其中自然澄清、第一次硅藻土过滤和下胶处理对其影响较大,使其质量浓度显著降低。发酵结束时酒体较为浑浊,含有大量杂质,因此自然澄清后干浸出物有较大的降低;第一次硅藻土过滤除去了部分色素和一些较小颗粒的固形物因此造成干浸出物质量浓度降低;下胶处理除去了不稳定色素、蛋白质和其他悬浮性杂质从而造成干浸出物质量浓度降低。此结果说明应尽量简化澄清稳定处理步骤,以减少对酒中干物质质量浓度的影响。

表 1　澄清稳定处理中蓝莓酒理化指标的变化

Table 1　Changes of physical and chemical index during clarification and stabilization process of blueberry wine

	pH	总酸(酒石酸)/(g/L)	总糖质量浓度/(g/L)	酒精度/%	总 SO_2 质量浓度/(mg/L)	游离 SO_2 质量浓度/(mg/L)	干浸出物质量浓度/(g/L)
发酵结束	3.23±0.13 ^{a}	8.38±0.32 ^{a}	3.75±0.22 ^{a}	12.4±0.72 ^{a}	148.51±4.62 ^{a}	69.31±3.52 ^{a}	42.5±3.24 ^{a}
自然澄清	3.22±0.10 ^{a}	8.37±0.27 ^{a}	3.76±0.35 ^{a}	12.4±0.83 ^{a}	147.23±5.31 ^{a}	67.82±5.62 ^{a}	36.4±2.63 ^{b}
硅藻土过滤	3.23±0.15 ^{a}	8.39±0.30 ^{a}	3.74±0.28 ^{a}	12.2±0.68 ^{a}	132.94±3.84 ^{b}	56.43±4.83 ^{b}	31.9±3.01 ^{c}
下胶处理	3.23±0.09 ^{a}	8.37±0.21 ^{a}	3.75±0.31 ^{a}	12.2±0.75 ^{a}	130.81±6.72 ^{b}	43.82±3.65 ^{c}	26.2±2.56 ^{d}
冷冻处理	3.37±0.16 ^{a}	8.05±0.38 ^{a}	3.74±0.26 ^{a}	12.3±0.55 ^{a}	131.56±5.83 ^{b}	44.57±4.72 ^{c}	25.5±1.89 ^{d}
硅藻土过滤	3.35±0.12 ^{a}	8.04±0.30 ^{a}	3.75±0.18 ^{a}	12.0±0.67 ^{a}	113.68±3.67 ^{c}	33.68±2.68 ^{d}	24.8±2.34 ^{d}
微滤	3.38±0.14 ^{a}	8.06±0.26 ^{a}	3.73±0.25 ^{a}	11.9±0.78 ^{a}	105.93±6.32 ^{c}	30.74±3.84 ^{d}	25.1±1.98 ^{d}

注:不同字母表示差异显著(p<0.05)

2.2　微生物指标的变化

蓝莓酒澄清稳定处理中微生物指标的变化如图 1 所示。由图 1 可知,酵母菌和总菌落数量、变化趋势均一致,没有显著差异,说明发酵结束后酵母菌是酒中主要微生物。酵母菌在澄清稳定处理过程中数量逐渐减少,自然澄清、硅藻土过滤和微滤使酵母菌数量显著减少,下胶和冷处理使酵母菌数量有一定的减少,但不显著。自然澄清阶段酒中碳源已基本被耗尽,大量酵母菌死亡,因此其数量大大减少;硅藻土过滤可除去部分酵母菌,因此也使其数量大大减少;下胶和冷处理促使部分酵母菌絮凝沉淀,从一定程度上抑制了酵母菌活性;微滤起到除菌作用,使酒处于无菌状态。此结果说明澄清稳定处理可以除去酒中微生物,使其达到较好的生物稳定性。

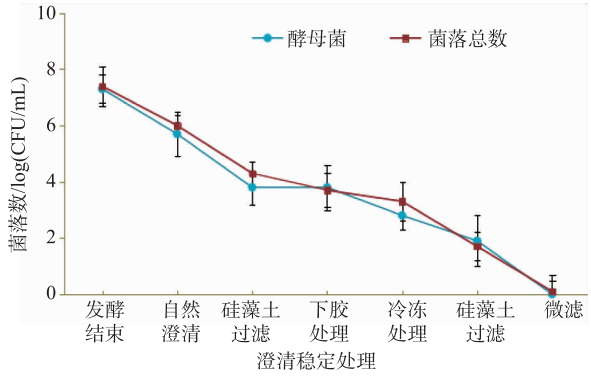


图 1　澄清稳定处理中微生物数量的变化

Fig. 1　Changes of microbe quantity during clarification and stabilization process

2.3　挥发性香气物质的变化

挥发性香气物质是葡萄酒和其他果酒的重要组成成分,是形成果酒不同风味的重要物质和果酒感官评价的重要指标[20-21]。蓝莓酒澄清稳定处理中挥发性香气物质的变化如表 2 所示。由表 2 可知,澄清稳定处理前后挥发性香气物质的数量有较大变化,处理前共检测出 38 种物质,其中醇类 5 种、酯类 11 种、酸类 4 种、帖类 10 种、烃类 8 种;第一次硅藻土过滤后检测出 33 种物质,其中醇类 5 种、酯类 9 种、酸类 4 种、帖类 9 种、烃类 6 种;冷冻处理后检测出 31 种物质,其中醇类 5 种、酯类 8 种、酸类 3 种、帖类 10 种、烃类 5 种;第二次硅藻土过

滤后检测出 26 种物质,其中醇类 3 种、酯类 6 种、酸类 3 种、帖类 8 种、烃类 6 种;处理后检测出 25 种物质,其中醇类 3 种、酯类 6 种、酸类 3 种、帖类 7 种、烃类 5 种。此结果说明澄清稳定处理对蓝莓酒香气物质有较大影响,大大减少了其数量。同时也表明了我们要进一步优化澄清稳定处理工艺、减少处理步骤,降低其对挥发性香气物质的影响、提高蓝莓酒的整体品质。

表 2　澄清稳定处理前后挥发性香气物质的变化

Table 2　Changes of volatile aroma components before and after clarification and stabilization process

种类	处理前	硅藻土过滤后	冷冻处理后	硅藻土过滤后	微滤后
醇类	乙醇	乙醇	乙醇	乙醇	乙醇
	异戊醇	异戊醇	异戊醇		
	正己醇	正己醇	正己醇		
				苯乙醇	苯乙醇
	正丁醇	正丁醇	正丁醇		
	乙二醇	乙二醇	乙二醇	乙二醇	乙二醇
酯类	乙酸乙酯	乙酸乙酯	乙酸乙酯	乙酸乙酯	乙酸乙酯
	乳酸乙酯	乳酸乙酯	乳酸乙酯	乳酸乙酯	乳酸乙酯
	甲酸异戊酯	甲酸异戊酯			
	丙酸乙酯	丙酸乙酯	丙酸乙酯	丙酸乙酯	丙酸乙酯
	山梨酸乙酯				
	丁二酸乙酯	丁二酸乙酯	丁二酸乙酯	丁二酸乙酯	丁二酸乙酯
	苯甲酸乙酯	苯甲酸乙酯	苯甲酸乙酯	苯甲酸乙酯	苯甲酸乙酯
	丁酸丁酯	丁酸丁酯	丁酸丁酯		
				水杨酸甲酯	水杨酸甲酯
	琥珀酸二乙酯	琥珀酸二乙酯	琥珀酸二乙酯		
	己酸甲酯				
	庚酸乙酯	庚酸乙酯	庚酸乙酯		
					癸酸乙酯
酸类	乙酸	乙酸	乙酸	乙酸	乙酸
	辛酸	辛酸			
	己酸	己酸	己酸	己酸	己酸
	异辛酸	异辛酸	异辛酸	异辛酸	异辛酸
帖类	D–柠檬烯	D–柠檬烯	D–柠檬烯	D–柠檬烯	D–柠檬烯
	伪柠檬烯	伪柠檬烯	伪柠檬烯		
	辛二烯–3–醇	辛二烯–3–醇	辛二烯–3–醇	辛二烯–3–醇	辛二烯–3–醇
				香芹酮	香芹酮
	异松油烯	异松油烯	异松油烯	异松油烯	
	香茅醇(R)–3,7–二甲基	香茅醇(R)–3,7–二甲基	香茅醇(R)–3,7–二甲基	香茅醇(R)–3,7–二甲基	香茅醇(R)–3,7–二甲基
			D–柠烯	D–柠烯	D–柠烯
	香叶醇(E)–3,7–二甲基	香叶醇(E)–3,7–二甲基	香叶醇(E)–3,7–二甲基		
	α–松油醇				
	香叶醇	香叶醇	香叶醇	香叶醇	香叶醇
	苯乙醇	苯乙醇	苯乙醇	苯乙醇	苯乙醇
	芳樟醇氧化物	芳樟醇氧化物	芳樟醇氧化物		
烃类	2–壬酮				
	α–紫罗兰酮	α–紫罗兰酮	α–紫罗兰酮	α–紫罗兰酮	α–紫罗兰酮
	3– 甲基苯甲酮	3– 甲基苯甲酮	3– 甲基苯甲酮	3– 甲基苯甲酮	3– 甲基苯甲酮
	3–甲基–1–环己烯				
				1–甲基–1–环己烯	1–甲基–1–环己烯
	2,4–己二烯	2,4–己二烯	2,4–己二烯	2,4–己二烯	2,4–己二烯
	2,4–二甲基苯乙烯	2,4–二甲基苯乙烯			
	苯乙烯	苯乙烯	苯乙烯	苯乙烯	苯乙烯
	2,6–二甲基–2,6–辛二烯	2,6–二甲基–2,6–辛二烯	2,6–二甲基–2,6–辛二烯	2,6–二甲基–2,6–辛二烯	

2.4 多酚质量浓度的变化

蓝莓及其制品因富含多酚物质而成为保健品市场的新宠,多酚是蓝莓中重要的抗氧化物质,蓝莓多酚主要包括原花青素、花色苷、黄酮和单宁等,其中花色苷是最重要也是含量最高的多酚物质[22-23]。本试验主要对蓝莓酒澄清稳定处理中总酚和总花色苷质量浓度的变化进行了测定,结果如图 2 所示。由图 2 可知,在澄清稳定处理中总酚和总花色苷质量浓度逐渐降低,且两者具有相同的变化趋势。澄清稳定处理后总酚质量浓度下降了约 30%,总花色苷质量浓度下降了约 24%。下胶和冷冻处理对总酚和总花色苷质量浓度的影响较大,而自然澄清、硅藻土过滤和微滤对两者质量浓度的影响较小。这可能是因为下胶和冷冻处理促进了酒中游离花色苷和其他不稳定多酚物质的絮凝沉淀[24],从而造成总酚和总花色苷质量浓度大幅下降。澄清稳定处理除去的主要是游离态花色苷和其他不稳定杂质,因为它们是造成果酒浑浊沉淀的主要因素。这说明过度的追求果酒的澄清度,势必会造成其营养成分的损失。

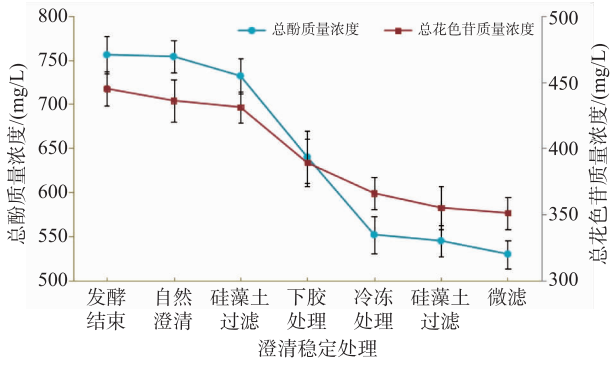


图 2 澄清稳定处理中多酚质量浓度的变化

Fig. 2 Changes of polyphenols quantity during clarifi – cation and stabilization process

2.5 抗氧化活性的变化

蓝莓酒澄清稳定处理中抗氧化性的变化如图 3 所示,其中 DPPH 自由基清除率和超氧阴离子自由基清除率的变化如图 3(a)所示,还原力和总抗氧化性的变化如图 3(b)所示。由图 3(a)可知,DPPH 自由基清除率和超氧阴离子自由基清除率在澄清稳定处理中均逐渐降低,澄清稳定处理后 DPPH 自由基清除率下降了约 32%,超氧阴离子自由基清除率下降了约 24%。下胶和冷冻处理对 2 个清除率的影响较大,而自然澄清、硅藻土过滤和微滤对其影响较小。2 个清除率的变化趋势与总酚和总花色苷质量浓度的变化趋势一致,这可能是由总酚和总花色苷质量浓度的降低引起的。由图 3(b)可知,还原力和总抗氧化性在澄清稳定处理中也逐渐降低,澄清稳定处理后两者分别下降了约 14%和 25%。其中硅藻土过滤、下胶处理和冷冻处理对还原力和总抗氧化性的变化影响较大。澄清稳定处理中还原力和总抗氧化性降低,可能是由于总酚质量浓度和游离态二氧化硫质量浓度降低引起的。此结果说明澄清稳定处理降低了蓝莓酒的抗氧化活性,进一步说明了对酒体的任何处理都是以牺牲酒的内在品质为代价的。

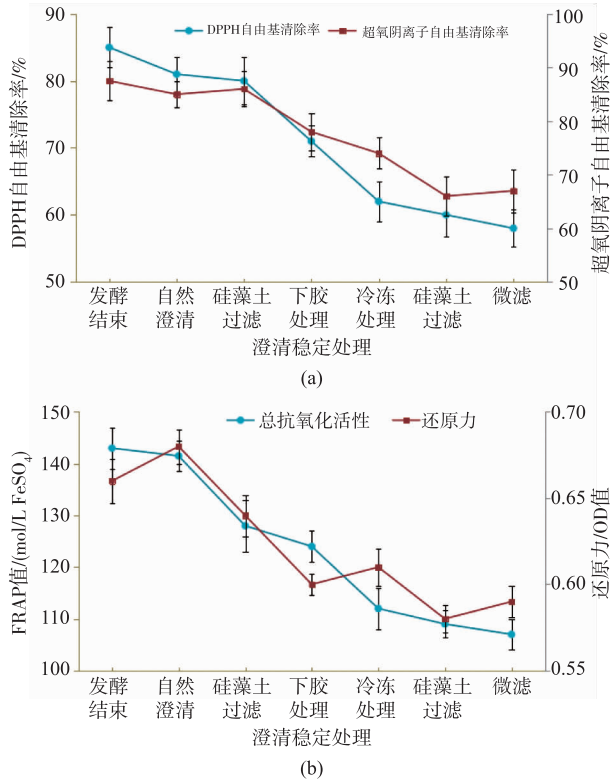


图 3 澄清稳定处理中抗氧化活性的变化

Fig. 3 Changes of antioxidant activity during during clarification and stabilization process

3 结 语

本文作者通过对蓝莓酒澄清稳定处理过程中理化指标、微生物指标、挥发性香气物质、多酚质量浓度和抗氧化性的测定,研究了其在澄清稳定处理中组分和抗氧化性的变化。结果表明:在澄清稳定

处理中,总糖质量浓度没有变化;pH 值和总酸质量浓度有一定的变化,但变化较小;酒精度在处理过程中逐渐降低,但没有显著差异;总二氧化硫和游离态二氧化硫质量浓度显著降低,硅藻土过滤和下胶处理对其影响较大; 干浸出物质量浓度显著降低,自然澄清、硅藻土过滤和下胶处理对其影响较大。澄清稳定处理后挥发性香气物质的数量大大减少,由处理前的 38 种减少为25 种。澄清稳定处理中总酚和总花色苷质量浓度显著降低,下胶和冷冻处理步骤对两者质量浓度影响较大。DPPH 自由基清除率、超氧阴离子自由基清除率、还原力和总抗氧化性均有显著降低。此结果说明澄清稳定处理降低了蓝莓酒的营养成分和功能活性,我们应进一步优化并尽量减少对其处理步骤,保证其内在品质。

参考文献

[1] ZHENG Hongyan,LIU Jianlan,GAO Meng,et al. Research status and prospects of blueberry anthocyanin[J]. **Guizhou Agricultural Sciences**,2014,42(1):59-64.(in Chinese)

[2] FANG Zhongxiang,HU Junyan,JIANG Bo,et al. Research progress on blueberry[J]. **Journal of Zhejiang A & F University**,2013,30(4):599-606.(in Chinese)

[3] XU Qing,ZHOU Yuanjing,HUANG Zhu,et al. Extraction and separation of blueberry anthocyanins[J]. **Journal of Food Science and Biotechnology**,2016,35(9):897-906.(in Chinese)

[4] CHEN Chenghua,ZHANG Jing,CHEN Haiyan,et al. Optimization of ultrasonic-assisted extraction for anthocyanins from blueberry pomace and its composition analysis[J]. **Food Science and Technology**,2016,41(4):192-199.(in Chinese)

[5] XU Yun,XU Jian,WANG Tingting,et al. Progress on blueberry health food[J]. **Food Research and Development**,2013,34(6):132-134.(in Chinese)

[6] CHEN Zuman. Changes of main components in blueberry wine fermentation process[J]. **China Brewing**,2014,33(2):93-96.(in Chinese)

[7] LI Xinbang,ZHANG Yingli,FAN Yongfeng. Theory and practice of wine clarification and stabilization[J]. **Sino-Overseas Grapevine & Wine**,2011,1:57-62.(in Chinese)

[8] CHA Qiaoling,JING Fengwei. Wine post - processing technology[J]. **Sino-Overseas Grapevine & Wine**,2008,6:54-58.(in Chinese)

[9] LI Xingbang,FAN Xi. Further discussion on the clarification and stabilization of wine and fruit wine[J]. **Sino-Overseas Grapevine & Wine**,2004,2:58-59.(in Chinese)

[10] LI Yahui,MA Yanhong,HUANG Kaihong,et al. Optimization of clarification and cold treatment for blueberry wine using response surface methodology[J]. **China Brewing**,2015,34(2):126-130.(in Chinese)

[11] CAO Xuedan,LI Erhu,FANG Xiugui,et al. GC-MS analysisi of volatiles variation in blueberry wine before and after primary fermentation[J]. **Food and Fermentation Industries**,2015,41(3):179-184.(in Chinese)

[12] NIU Xue,ZHANG Junxiang,XU Guoqian,et al. Research progress on determination of total polyphenols in grape and wine[J]. **Food & Machinery**,2016,32(3):239-242.(in Chinese)

[13] SUN Jingchao,LIU Yutian,ZHAO Yuping,et al. Optimization of analytical condition of determining anthocyanins content in blueberry wine[J]. **China Brewing**,2011,11:171-174.(in Chinese)

[14] ATOUI A K,MANSOURI A,BOSKOU G,KEFALAS P. Tea and herbal infusions:their antioxidant activity and phenolic profile [J]. **Food Chemistry**,2005,89:27-36.

[15] HU Cuizhen,LI Sheng,MA Shaoying,et al. Optimization of extraction for grape seed oil by responxe surface methodology and evalutation of its antioxidant proterties[J]. **Food Science**,2015,36(20):56-61.(in Chinese)

[16] HUANG Xiaojie,CHAI Zhe,YANG Zhongyan. et al. Research of the change rules of antioxidant substance of blueberry wines during fermentation[J]. **Science and Technology of Food Industry**,2013,34(17):103-109.(in Chinese)

[17] LI Yahui,MA Yanhong,HUANG Kaihong,et al. Optimization of complex enzymolysis extraction conditions of aloe polysaccharides using response surface methodology and assessment of antioxidant activity[J]. **Food Science**,2014,35(18):44-49.(in Chinese)

[18] RIBEIRO T,FERNANDES C,NUNES F M. Influence of the structural features of commercial mannoproteins in white wine

protein stabilization and chemical and sensory properties[J]. **Food Chemistry**,2015,159:47-54.
[19] RAPOSO R,RUIZ-MORENO M J,Garde-CERDAN T,PUERTAS B,et al. Effect of hydroxytyrosol on quality of sulfur dioxide-free red wine[J]. **Food Chemistry**,2016,192:25-33.
[20] HJELMELAND A K,EBELER S E. Glycosidically bound volatile aroma compounds in grapes and wine:a review [J]. **American Journal of Enology and Viticulture**,2015,66(1):1-11.
[21] STYGER G,PRIOR B,BAUER F F. Wine flavor and aroma[J]. **Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology**,2011,38(9):1145-1159.
[22] GIACALONE M,DISACCO F,TRAUPE I,et al. Antioxidant and neuroprotective properties of blueberry polyphenols:a critical review[J]. **Nutritional Neuroscience**,2011,14(3):119-125.
[23] NORBERTO S,SILVA S,MEIRELES M,et al.Blueberry anthocyanins in health promotion:A metabolic overview[J]. **Journal of Functional Foods**,2013,5(4):1518-1528.
[24] MIERCZYNSKA-VASILEV A,SMITH P A. Current state of knowledge and challenges in wine clarification [J]. **Australian Journal of Grape and Wine Research**,2015,21(1):615-626.

科　技　信　息

欧盟评估万寿菊叶黄素和叶黄素/玉米黄素提取物作为家禽饲料添加剂的安全性和有效性

2019 年 5 月 15 日,据欧盟食品安全局(EFSA)消息,动物饲料添加剂和产品(FEEDAP)研究小组就从万寿菊中提取的叶黄素(lutein)和叶黄素/玉米黄素(lutein/zeaxanthin)作为家禽(除火鸡外)饲料添加剂的安全性和有效性发表科学意见。

据了解,此种添加剂用于小型家禽品种的产蛋和育肥。添加剂在饲料和饮用水中的使用被认为是生物等效的。

[信息来源]食品伙伴网. 欧盟评估万寿菊叶黄素和叶黄素/玉米黄素提取物作为家禽饲料添加剂的安全性和有效性 [EB/OL]. (2019-5-17). http://news.foodmate.net/2019/05/518663.html