

草莓发酵酒澄清稳定处理技术

李亚辉¹, 马艳弘^{*1}, 张宏志¹, 赵密珍², 黄开红³

(1. 江苏省农业科学院 农产品加工研究所, 江苏 南京 210014; 2. 江苏省农业科学院 园艺研究所, 江苏 南京 210014; 3. 万山红遍生物科技有限公司, 江苏 包公 212400)

摘要: 通过澄清剂筛选和冷稳定处理, 以澄清度和色度为指标, 研究了草莓发酵酒的澄清稳定处理方法。结果显示: 酪蛋白质和壳聚糖可使草莓酒达到较高澄清度, 但对酒体色度影响较大; 皂土可使草莓酒达到一定澄清度, 且对酒体色度影响小。使用壳聚糖或皂土对草莓酒进行下胶, 并经冷冻处理, 可使草莓酒长期保持较高澄清度; 和壳聚糖相比皂土对酒体色度影响小, 使用 600 mg/L 的皂土下胶并进行冷冻处理, 可作为草莓发酵酒的最佳澄清稳定处理方案。

关键词: 草莓酒; 澄清度; 色度; 澄清; 稳定

中图分类号: TS 262 文献标志码: A 文章编号: 1673—1689(2016)08—0864—07

Study on the Technology for Clarification and Stabilization of Strawberry Wine

LI Yahui¹, MA Yanhong^{*1}, ZHANG Hongzhi¹, ZHAO Mizhen², HUANG Kaihong³

(1. Institute of Farm Product Processing, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, Nanjing 210014, China; 2. Institute of Horticulture, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, Nanjing 210014, China; 3. Wanshanhongbian Biotechnology Ltd., Jurong 212400, China)

Abstract: With clarity and chroma as assessment indicators, the processing technology for clarification and stabilization of strawberry wine was studied through clarifying agent screening and cold treatment in this study. Results showed that strawberry wine reached a high clarity after clarified with casein or chitosan, whereas its chroma was also greatly affected. Bentonite made strawberry wine reach a certain clarity with a little effect on chroma. Strawberry wine obtained a long-term high clarity after clarified with chitosan or bentonite followed by cold treatments. Bentonite showed less effects on chroma of strawberry wine compared with chitosan. Therefore, clarified with bentonite of 600 mg/L and combined with cold treatments could be as an optimal method for clarification and stabilization of strawberry wine.

Keywords: strawberry wine, clarity, chroma, clarification, stabilization

草莓(Strawberry), 俗称洋莓、红莓等, 属蔷薇科草莓属多年生浆果^[1]。其果实色泽鲜艳、香味浓郁、

酸甜可口、风味独特, 深受人们的喜爱。草莓富含氨基酸、维生素、叶酸、酚类物质及矿物质, 具有消暑

收稿日期: 2014-12-15

基金项目: 江苏省重点研发计划(现代农业)项目(BE2015350-5); 江苏省农业科技自主创新资金项目(CX(15)1021)。

作者简介: 李亚辉(1985—), 男, 河南郑县人, 工学博士, 助理研究员, 主要从事食品发酵及生物技术研究。

E-mail: liqianhao217@126.com

* 通信作者: 马艳弘(1972—), 女, 山西吕梁人, 工学博士, 副研究员, 主要从事食品发酵研究。E-mail: mayanhong@126.com

解热、生津止渴、利尿止泻、抗氧化、抗癌、预防心血管疾病等功效,素有“水果皇后”和“活的VC结晶”等美誉^[2-4]。草莓含水量大、果皮薄、组织娇嫩且缺乏坚硬外皮保护,贮藏性差、保质期短,当前主要以鲜果销售为主^[5]。

新鲜草莓不耐贮运且保质期短,旺果时期腐烂现象严重,给果农造成巨大经济损失,因此对其进行深加工是草莓产业发展的必由之路^[5-6]。草莓酒是以草莓为原料的生物发酵制品,其最大限度地保留了果实中的营养成分和保健功能因子,是草莓深加工的重要途径之一^[7]。生产草莓酒可大大提高草莓的附加值,具有广阔的市场前景和良好的经济、社会效益。草莓酒是一种新兴果酒,其生产方法主要参照葡萄酒的酿造工艺。目前草莓酒生产中还存在很多问题,其中化学性浑浊沉淀是草莓酒瓶储中最常见也是最严重的问题。化学性浑浊沉淀是指经过澄清处理后的澄清酒体重新变浑浊或产生沉淀,是果酒的一种病害,严重影响着果酒的品质及其商品形象^[8-9]。澄清稳定处理是果酒后处理中的重要步骤,也是解决果酒浑浊沉淀的主要方法。果酒澄清稳定的处理方法主要有下胶、离心、过滤、冷处理、热处理和添加稳定剂等^[10-11]。目前,关于草莓酒系统的澄清稳定处理方法还未见报道。为了解决草莓酒生产中的化学性浑浊沉淀问题,本文作者通过不同的方法对草莓酒进行澄清和稳定处理,以期找到一种合理有效的澄清稳定处理方法,使其不仅在短时间内具有良好的澄清度,而且使其处于稳定状态、长期保持这一澄清度,为草莓酒的工业化生产提供科学的理论依据和技术支持。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

草莓酒(乙醇体积分数12.5%),江苏省农科院农产品加工研究所酿制;皂土、壳聚糖、PVPP,购买于上海杰兔工贸有限公司;酪蛋白质、蛋清粉、明胶,购买于上海鼎唐国际贸易有限公司。

1.2 仪器与设备

UV1600PC紫外可见分光光度计,上海美谱达仪器有限公司产品;超净工作台,苏州苏净净化设备厂制造;HH-2型数显恒温水浴锅,国华电器有限公司制造;FYL-YS-258型控温冰箱,北京福意联电器有限公司制造;ZNCL-GS数显加热磁力搅拌器,

上海越众仪器设备有限公司制造。

1.3 试验方法

1.3.1 浑浊沉淀分析 参照已有文献所述澄清度稳定性检验方法,对经自然澄清的草莓酒进行稳定性试验^[12-13],以对其潜在的浑浊沉淀进行检验,分析瓶储中发生浑浊沉淀的原因。主要对其铜破败、铁破败、蛋白质破败、色素沉淀和酒石酸沉淀进行了检验。

1.3.2 澄清剂下胶澄清 根据浑浊沉淀分析及各澄清剂特性^[11,14],选择皂土、壳聚糖、明胶、聚乙烯吡咯烷酮(PVPP)、酪蛋白质和蛋清粉对草莓酒进行下胶澄清处理。蛋清粉、PVPP和明胶溶液的制备参照周洋等所述方法^[15];壳聚糖溶液的制备参照何志刚等所述方法^[16];皂土溶液的制备参照孙喜房等所述方法^[17];酪蛋白质溶液的制备参照祁新春等的方法^[18]。

1.3.3 澄清度和色度测定 澄清度的测定参照徐春等所述方法^[19]:以蒸馏水做参比,测定样品在680 nm处的透光率,表示澄清度。每个样品重复测定3次,取平均值。色度的测定参照王英等所述方法^[20]:以蒸馏水为参比,测定样品在420、520 nm和620 nm处的吸光度值,以三者吸光度值之和表示色度。每个样品重复测定3次,取平均值。

1.3.4 花青素含量的测定 花青素含量的测定参照刘文旭等所述方法^[21]:取样品0.5 mL,加入3.0 mL 4 g/dL香草醛甲醇溶液混合后,再加入1.5 mL浓盐酸,混合均匀。室温条件下暗处显色15 h,在500 nm波长下比色。以儿茶素为标品做标准曲线,进行定量。结果以每毫升样品儿茶素质量($\mu\text{g/mL}$)表示。

1.3.5 冷冻处理 根据文献所述方法对草莓酒进行冷冻处理^[22]:将草莓酒降温至 $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$,在此温度下静置一周后取上清液进行澄清度和色度测定。

1.3.6 澄清度稳定性检验 色素和蛋白质沉淀检验参照1.3.1所述稳定性检验方法进行。瓶储试验:将不同样品装瓶(满瓶)、打塞、常温避光放置,分别在3个月、6个月、9个月和12个月 after 取样、摇匀,测定其澄清度和色度。每个样品3个重复,取平均值。

1.4 数据分析

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 浑浊沉淀分析

对经过自然澄清的草莓酒进行浑浊沉淀分析,

结果如表 1 所示。铜破败、铁破败和酒石沉淀稳定性检验中均无浑浊沉淀发生,蛋白质破败检验中酒体变浑浊且有絮状沉淀产生,色素沉淀检验中底部有片状沉淀产生。说明草莓酒潜在的浑浊沉淀物主要为蛋白质和色素。

表 1 浑浊沉淀分析

Table 1 Analysis of turbid and precipitation		
检验	处理方法	结果现象
铜破败	紫外下照射 8~10 h	无浑浊沉淀
铁破败	酒中充氧放置一周	无浑浊沉淀
蛋白质破败	80 ℃加热 30 min 后冷却	浑浊 有絮状沉淀
色素沉淀	0 ℃放置 24~48 h	底部出现片状沉淀
酒石沉淀	加入酒石结晶 0 ℃放置 3~4 周	无浑浊沉淀

2.2 澄清剂下胶澄清

壳聚糖对草莓酒的澄清效果如图 1 所示:在添加量 0~200 mg/L 范围内,随着壳聚糖量的增加,澄清度逐渐升高,在 200 mg/L 时澄清度达最高为 0.955,当添加量大于 200 mg/L 时澄清度几乎没有变化。壳聚糖对草莓酒色度的影响较大,随着壳聚糖量的增加,色度值下降较快。

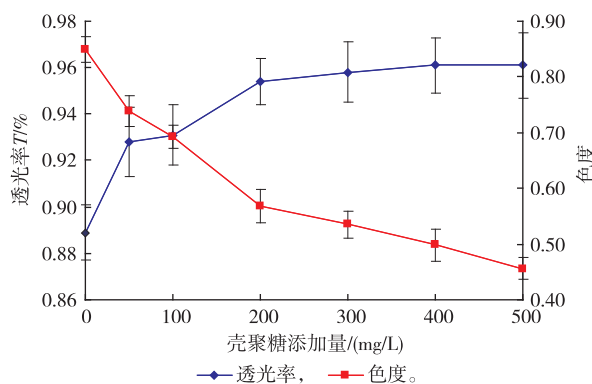


图 1 壳聚糖对草莓酒澄清度和色度的影响

Fig. 1 Effects of chitosan on clarity and chroma of strawberry wine

皂土对草莓酒的澄清效果如图 2 所示:在添加量 0~600 mg/L 范围内,随着皂土量的增加,澄清度逐渐升高,600 mg/L 时澄清度达最高为 0.915,当添加量大于 600 mg/L 时澄清度几乎没有变化。随着皂土量的增加色度逐渐下降,但整体对色度影响不大。

明胶对草莓酒的澄清效果如图 3 所示:添加量小于 200 mg/L 时,随着明胶量的增加,澄清度逐渐

升高;添加量大于 200 mg/L 时,随着明胶量的增加,澄清度逐渐降低;添加量为 200 mg/L 时澄清度最高为 0.930。色度随着明胶量的增加逐渐减小,添加量大于 200 mg/L 时色度几乎没有变化。

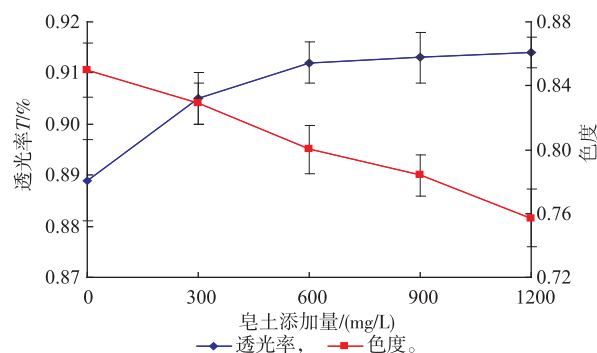


图 2 皂土对草莓酒澄清度和色度的影响

Fig. 2 Effects of bentonite on clarity and chroma of strawberry wine

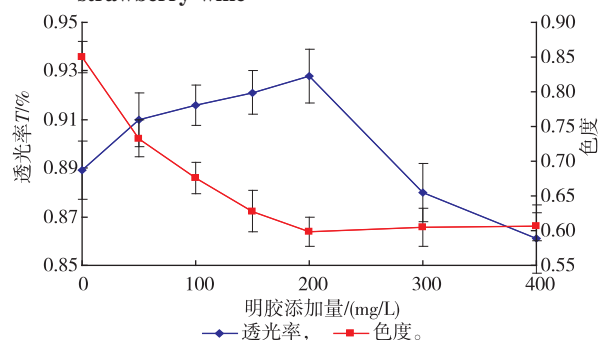


图 3 明胶对草莓酒澄清度和色度的影响

Fig. 3 Effects of gelatin on clarity and chroma of strawberry wine

PVPP 对草莓酒的澄清效果如图 4 所示:随着 PVPP 量增加,澄清度逐渐升高,添加量 500 mg/L 时澄清度最高为 0.921,大于 500 mg/L 时澄清度略有下降。色度随着 PVPP 添加量的增加逐渐减小。

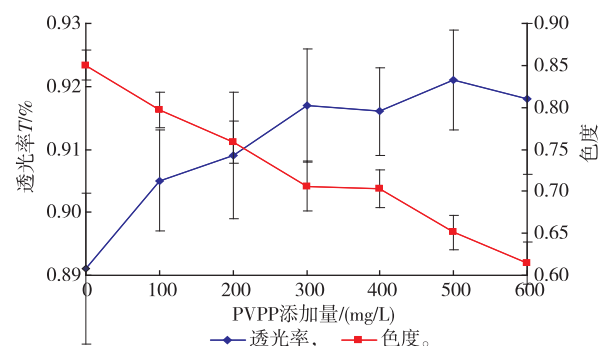


图 4 PVPP 对草莓酒澄清度和色度的影响

Fig. 4 Effects of PVPP on clarity and chroma of strawberry wine

酪蛋白质对草莓酒的澄清效果如图 5 所示:在添加量 0~400 mg/L 范围内,随着酪蛋白质量的增加,澄清度逐渐升高,400 mg/L 时澄清度最高为 0.960,当添加量大于 400 mg/L 时澄清度几乎没有变化。

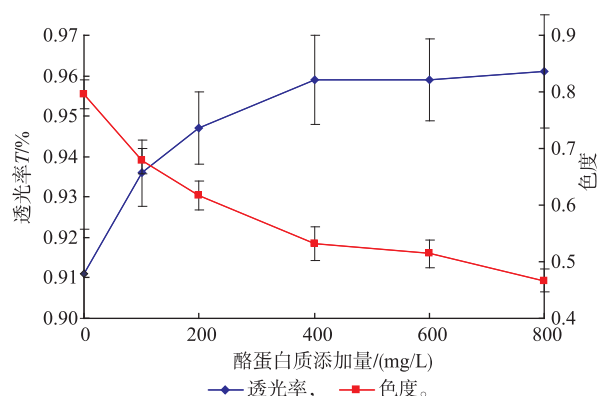


图 5 酪蛋白质对草莓酒澄清度和色度的影响

Fig. 5 Effects of casein on clarity and chroma of strawberry wine

蛋清粉对草莓酒的澄清效果如图 6 所示:在添加量 0~150 mg/L 范围内,随着蛋清粉量的增加,澄清度逐渐升高,150 mg/L 时澄清度最高为 0.940,大于 150 mg/L 时澄清度略有下降。色度值随着蛋清粉量的增加逐渐下降,大于 150 mg/L 时变化较小。

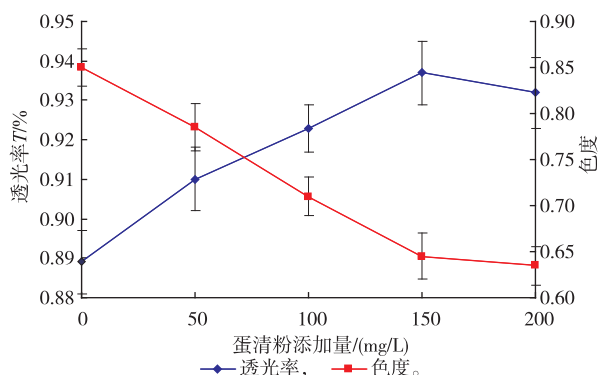


图 6 蛋清粉对草莓酒澄清度和色度的影响

Fig. 6 Effects of egg white on clarity and chroma of strawberry wine

不同澄清剂对草莓酒澄清效果的比较如图 7 所示。图 7(a)显示的是用不同澄清剂澄清后所得最高澄清度的比较,酪蛋白质和壳聚糖所得澄清度最高,其次是蛋清粉、明胶和 PVPP,皂土最低。图 7(b)显示的是不同澄清剂达最高澄清度时酒体色度的

比较,皂土对草莓酒色度的影响最小,其后依次是 PVPP、蛋清粉和明胶,壳聚糖和酪蛋白质对色度的影响最大。由图 7(a)(b)可看出,澄清剂处理后所得澄清度越高,对色度的影响就越大,这可能是因为酪蛋白质和壳聚糖过多地除去了酒中色素,造成了透光率升高、色度下降。

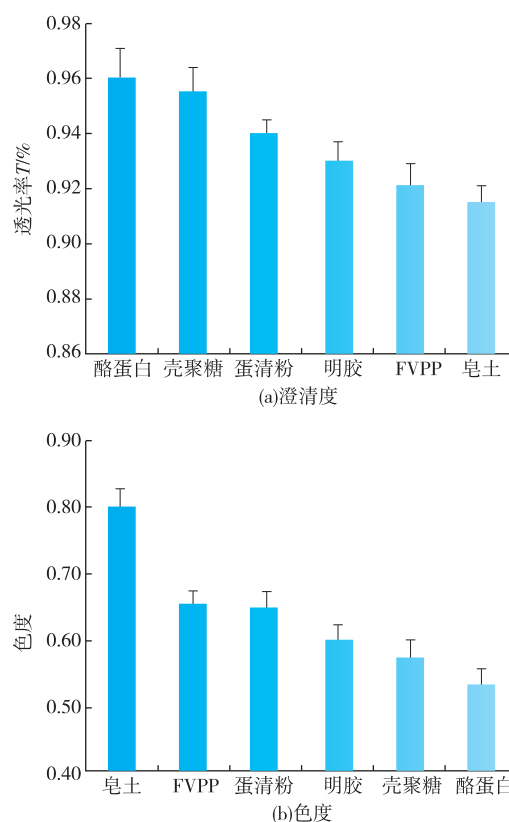


图 7 不同澄清剂对草莓酒澄清度和色度影响的比较

Fig. 7 Comparison of the effects of different clarifying agents on clarity and chroma of strawberry wine

不同澄清剂澄清处理后草莓酒中花青素质量浓度的变化如表 2 所示。可知,草莓原酒中花青素质量浓度最高达到 2.18 mg/mL,随着澄清剂添加量的增大,花青素含量逐渐降低;澄清处理后花青素含量的变化趋势与色度的变化趋势一致,皂土对草莓酒中花青素含量的影响最小,达最佳澄清度时花青素质量浓度为 21.81 $\mu\text{g/mL}$,壳聚糖和酪蛋白质对其影响较大,达最佳澄清度时花青素质量浓度分别为 10.34 $\mu\text{g/mL}$ 和 9.87 $\mu\text{g/mL}$ 。此结果说明,下胶澄清过程中色度的变化主要是由花青素含量的变化引起的,皂土在使草莓酒达到较好澄清度的同时还可使其中花青素的损失达到最小。

表 2 不同澄清剂处理后草莓酒中花青素含量的变化

Table 2 Changes of anthocyanins in strawberry wine after treatments with different clarifying agents

皂土添加量/ (mg/L)	花青素含量/ (μg/mL)	明胶添加量/ (mg/L)	花青素含量/ (μg/mL)	酪蛋白质添加量/ (mg/L)	花青素含量/ (μg/mL)	蛋清粉添加量/ (mg/L)	花青素含量/ (μg/mL)	壳聚糖添加量/ (mg/L)	花青素含量/ (μg/mL)	PVPP添加量/ (mg/L)	花青素含量/ (mg/mL)
0	21.81±2.17	0	21.81±2.17	0	21.81±2.17	0	21.81±2.17	0	21.81±2.17	0	21.81±2.17
300	20.03±1.43	100	14.79±1.98	200	13.45±1.43	50	19.23±1.83	100	15.32±1.68	100	19.75±1.86
								200	10.34±1.10	200	17.28±1.65
		200	10.89±1.56	400	9.87±0.87	100	15.34±1.43	300	8.86±0.79	300	15.34±1.28
								400	7.67±0.86	400	14.73±1.16
600	18.56±1.84	300	11.08±0.98	600	8.54±0.96	150	12.86±0.95			500	12.34±0.96
900	16.46±1.27	400	10.21±1.10	800	7.45±1.02	200	10.34±1.12	500	6.86±0.78	600	10.63±1.03
1 200	14.13±1.11										

2.3 冷冻处理

将不同澄清剂澄清后所得澄清度最高的样品进行冷冻处理，处理后澄清度和色度的变化如图 8 所示。由图 8(a)可知，皂土处理样品的澄清度在冷冻后有较大的提高，其他样品的澄清度有一定的提高，但不明显；由图 8(b)可知，皂土处理样品的色度在冷冻后有较大幅度的降低，但仍高于其他样品的色度，其他样品的色度在冷冻前后几乎没有变化。

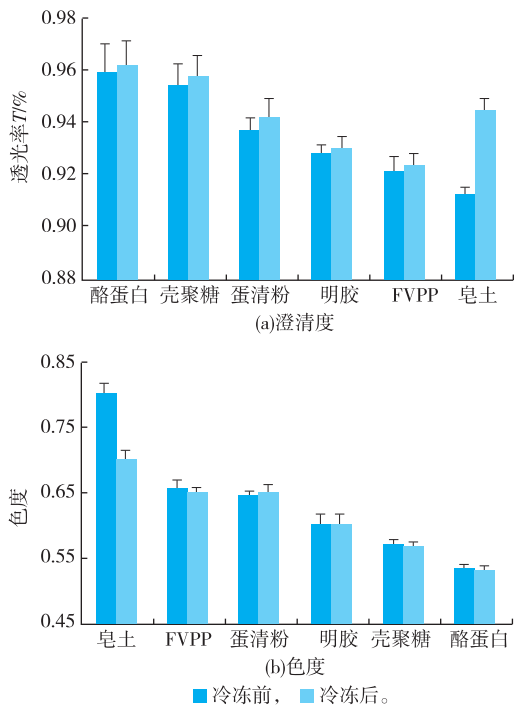


图 8 冷处理前后澄清度和色度的比较
Fig. 8 Comparison of clarity and chroma before and after cold treatment

皂土处理样品的澄清度和色度在冷冻前后有较大变化，可能是因为在澄清阶段皂土结合了色素

和蛋白质后没有完全沉降，部分结合物悬浮在酒中，在冷冻阶段低温促进了悬浮物的沉降，从而使澄清度和色度有较大的变化。

2.4 澄清度稳定性检验

不同澄清剂澄清后所得澄清度最高的样品冷冻前后色素和蛋白质稳定性试验结果如表 3 所示。

表 3 冷处理前后样品稳定性试验

Table 3 Stability tests of samples before and after cold treatments

稳定性试验	冷冻前		冷冻后	
	色素沉淀	蛋白质沉淀	色素沉淀	蛋白质沉淀
壳聚糖	无	无	无	无
皂土	浑浊	无	无	无
明胶	浑浊	无	无	无
PVPP	无	浑浊	无	浑浊
酪蛋白	无	浑浊	无	浑浊
蛋清粉	浑浊	浑浊	浑浊	浑浊

可知，冷冻前(澄清处理后)只有壳聚糖处理的样品不存在潜在的色素和蛋白质沉淀，表现出良好的稳定性，其他样品均不稳定；冷冻后壳聚糖、皂土和明胶处理的样品均表现出良好的色素和蛋白质稳定性，PVPP 和酪蛋白质处理的样品还存在潜在的蛋白质沉淀；蛋清粉在冷冻前后均存在潜在的色素和蛋白质沉淀。对比冷冻前后稳定性试验结果发现：对于皂土和明胶处理的样品，冷冻处理对增加草莓酒澄清度的稳定性具有较明显的作用。对比皂土和明胶以及 PVPP 和酪蛋白质处理样品冷冻前后的稳定性试验结果发现：冷冻处理可除去潜在的色素沉淀，但对潜在的蛋白质沉淀效果不明显。对比冷冻前后结果可知：壳聚糖可除去潜在的色素和蛋

白质沉淀;皂土和明胶可除去潜在的蛋白质沉淀,但对潜在的色素沉淀效果不明显;PVPP 和酪蛋白可除去潜在的色素沉淀,但对潜在的蛋白质沉淀效果不明显。

将表 3 中表现出良好稳定性的样品装瓶放置并观察其澄清度和色度的变化,以进一步检验其澄清度的稳定性,结果如图 9 所示。图 9(a)显示:样品“壳聚糖冷冻后”和样品“皂土冷冻后”瓶储 12 个月后仍保持较高澄清度,表现出较好的稳定性;样品“壳聚糖冷冻前”瓶储 3 个月后澄清度开始下降;样品“明胶冷冻后”瓶储 6 个月后澄清度开始下降。图示结果说明,冷稳定处理是使草莓酒长期保持较好澄清度的重要步骤;表 3 色素和蛋白质稳定性试验结果只能初步判断草莓酒的澄清度稳定性,并不能完全反映其稳定性,长时间瓶储是检验酒体澄清度稳定性的最根本方法。图 9(b)显示:样品“壳聚糖冷冻后”和“皂土冷冻后”在瓶储中色度变化较小、较为稳定;样品“皂土冷冻后”的色度明显高于样品“壳聚糖冷冻后”的色度。图示结果说明,两个样品中潜在色素沉淀已除去,酒中存在的色素在酒体中较为稳定;样品“壳聚糖冷冻后”色度较低可能是因为壳聚糖不仅除去了酒中潜在的色素沉淀,还过多地除去了酒中的其他色素。

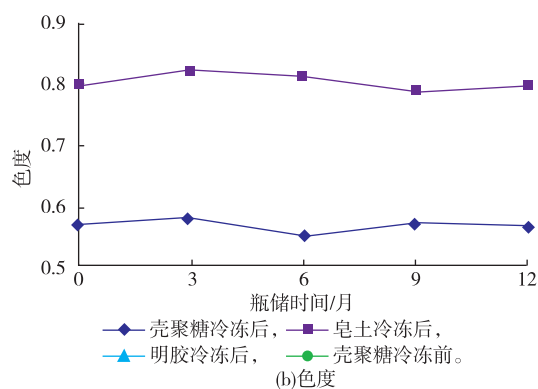
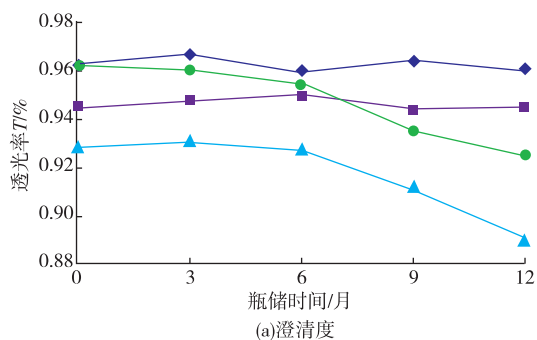


图 9 瓶储中澄清度和色度的变化

Fig. 9 Changes of clarity and chroma during storage in bottles

综上所述表明,草莓酒经壳聚糖或皂土下胶处理后,再经冷冻处理,不仅可达到较好的澄清度,还能使其处于稳定状态并长期保持这一澄清度。但考虑到对酒体色度的影响,皂土优于壳聚糖,可作为草莓酒的最佳下胶材料,使用 600 mg/L 的皂土下胶并进行冷冻处理可作为草莓酒的最佳澄清稳定处理方案。

3 结 语

研究了草莓酒的澄清稳定处理技术,主要结论如下:酪蛋白质和壳聚糖使草莓酒达到较高澄清度,但对酒体色度影响较大;皂土使草莓酒达到一定澄清度,对酒体色度影响较小;色度的变化主要是由花青素含量的变化引起的。澄清处理可使草莓酒达到较好澄清度,但不能使其长期保持这一澄清度,澄清处理并结合冷冻处理可使其处于稳定状态且长期保持较好澄清度;使用壳聚糖或皂土对草莓酒进行下胶,并经冷冻处理,可使草莓酒长期保持较高澄清度;考虑到对酒体色度的影响,皂土优于壳聚糖,使用 600 mg/L 的皂土下胶并进行冷冻处理可作为草莓酒的最佳澄清稳定处理方案。

参考文献:

- [1] 王世宽,高慧娟,洪玉程,等. 草莓果酒中 VC 保存率的研究[J]. 四川理工学院学报(自然科学版),2011,24(5):497-500.
WANG Shikuan,GAO Huijuan,HONG Yucheng,et al. Study on preservation rate of VC of strawberry wine [J]. **Journal of Sichuan University of Science and Engineering(Natural Science Edition)**,2011,24(5):497-500.(in Chinese)
- [2] 谢晶,张利平,王金锋,等. 贮藏温度对草莓理化性质的影响[J]. 食品科学,2013,34(22):307-310.
XIE Jing,ZHANG Liping,WANG Jinfeng,et al. Effect of storage temperature on physico-chemical properties of strawberry[J]. **Food Science**,2013,34(22):307-310.(in Chinese)
- [3] ORNELAS P,JOSE de J,YAHIA E M,et al. Physical attributes and chemical composition of organic strawberry fruit at six stages of ripening[J]. **Food Chemistry**,2013,138(1):372-381.

- [4] SOJKA M, KLIMCZAK E, MACIERZYNSKI J, et al. Nutrient and polyphenolic composition of industrial strawberry press cake [J]. **European Food Research and Technology**, 2013, 237(6): 995-1007.
- [5] 吕慧威, 孙玉梅, 卢明春, 等. 自选酵母菌株草莓酒发酵特性比较[J]. 食品科学, 2010, 31(11): 197-201.
LV Huiwei, SUN Yumei, LU Mingchun, et al. Comparison on fermentation characteristics of strawberry wine by self-selected yeasts[J]. **Food Science**, 2010, 31(11): 197-201. (in Chinese)
- [6] 马子骏, 王阳光, 林瑛影. 草莓酒人工发酵过程中化学成分变化的研究[J]. 中国食品学报, 2004, 4(4): 55-58.
MA Zijun, WANG Yangguang, LIN Yingying. Changes of chemical composition in strawberry wine fermentation[J]. **Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology**, 2004, 4(4): 55-58. (in Chinese)
- [7] JOSHI V K, SHARMA S, BHUSHAN S. Effect of method of preparation and cultivar on the quality of strawberry wine [J]. **Acta Alimentaria**, 2005, 34(4): 339-353.
- [8] GONZALEZ N G, FAVRE G, GIL G. Effect of fining on the colour and pigment composition of young red wines [J]. **Food Chemistry**, 2014, 157: 385-392.
- [9] NETO B, DIAS A C, MACHADO M. Life cycle assessment of the supply chain of a Portuguese wine: from viticulture to distribution[J]. **International Journal of Life Cycle Assessment**, 2013, 18(3): 590-602.
- [10] YOURAVONG W, LI Z Y, LAORKO A. Influence of gas sparging on clarification of pineapple wine by microfiltration[J]. **Journal of Food Engineering**, 2010, 96: 427-432.
- [11] 李新榜, 张瑛莉, 范永峰. 葡萄酒澄清和稳定工艺理论与实践探讨[J]. 中外葡萄与葡萄酒, 2011(1): 57-62.
LI Xinbang, ZHANG Yingli, FAN Yongfeng. Investigation of wine clarification and stabilization theory and practice [J]. **Sino-Overseas Grapevine and Wine**, 2011(1): 57-62. (in Chinese)
- [12] 张新杰, 王记侠, 任玉华, 等. 葡萄酒浑浊与沉淀的原因及其预防[J]. 中外葡萄与葡萄酒, 2008(1): 52-55.
ZHANG Xinjie, WANG Jixia, REN Yuhua. Causes and prevention of wine turbidity and precipitation [J]. **Sino-overseas Grapevine and Wine**, 2008(1): 52-55. (in Chinese)
- [13] 李华, 王华, 袁春龙, 等. 葡萄酒工艺学[M]. 北京: 科学出版社, 2007.
- [14] 李艳敏, 赵树欣. 不同酒类澄清剂的澄清机理与应用[J]. 中国酿造, 2008, 178: 1-5.
LI Yanmin, ZHAO Shuxin. Mechanism and application of various clarifiers in alcoholic drink [J]. **China Brewing**, 2008, 178: 1-5. (in Chinese)
- [15] 周洋, 徐志勇, 丁娟, 等. 几种下胶材料对桃红葡萄酒热稳定性及质量的影响[J]. 酿酒科技, 2012(11): 82-86.
ZHOU Yang, XU Zhiyong, DING Juan, et al. Effects of different kinds of clarifying substances on heat stability and the quality of rose grape wine[J]. **Liquor-making Science and Technology**, 2012(11): 82-86. (in Chinese)
- [16] 何志刚, 李维新, 林晓姿, 等. 壳聚糖澄清杨梅果酒的影响因素与效果评价[J]. 农业工程学报, 2006, 22(8): 199-202.
HE Zhigang, LI Weixin, LIN Xiaozhi, et al. Factor analyses and effect evaluation for the clarification of waxberry wine with chitosan[J]. **Transactions of the CSAE**, 2006, 22(8): 199-202. (in Chinese)
- [17] 孙喜房, 李春, 党艳艳, 等. 改型膨润土对红葡萄酒澄清过程中蛋白质和色素的影响[J]. 食品科学, 2006, 27(8): 148-151.
SUN Xifang, LI Chun, DANG Yanyan, et al. Effects of modified bentonite on proteins and pigments during clarification of red wine[J]. **Food Science**, 2006, 27(8): 148-151. (in Chinese)
- [18] 祁新春, 张会宁, 苑伟, 等. 桃红葡萄酒下胶材料的筛选[J]. 酿酒科技, 2011(11): 99-102.
QI Xinchun, ZHANG Huining, YUAN Wei, et al. Screening of deacidification materials for pink grape wine [J]. **Liquor-Making Science and Technology**, 2011(11): 99-102. (in Chinese)
- [19] 徐春. 壳聚糖和果胶酶在红葡萄酒澄清处理中的应用[J]. 食品科学, 2005, 26(9): 255-257.
XU Chun. The applications of chitosan and pectinase to the clarification of red wine[J]. **Food Science**, 2005, 26(9): 255-257. (in Chinese)
- [20] 王英, 周剑忠, 黄开红, 等. 皂土在黑莓果酒澄清中的应用研究[J]. 中国酿造, 2012, 31(8): 47-51.
WANG Ying, ZHOU Jianzhong, HUANG Kaihong, et al. Application of bentonite in clarification of blackberry wine [J]. **China Brewing**, 2012, 31(8): 47-51. (in Chinese)
- [21] 吴立仁, 贺强. 蓝莓果酒的冷热处理技术[J]. 农产品加工, 2010, 21: 59-60.
WU Liren, HE Qiang. Hot and cold processing technology of blueberry wine[J]. **Farm Products Processing**, 2010, 21: 59-60. (in Chinese)