

4 种澄清剂对生姜梨酒 澄清效果的对比

郭 燕¹, 邓 杰¹, 豆永强², 车路萍¹, 程铁轅³, 黄治国¹, 卫春会^{1,*}

(1. 四川轻化工大学酿酒生物技术及应用四川省重点实验室, 四川宜宾 644000;

2. 四川鸿康科技股份有限公司, 四川自贡 643031;

3. 宜宾海关, 四川宜宾 644000)

摘 要:为提高生姜梨酒的澄清度, 采用皂土、明胶、壳聚糖和硅藻土 4 种澄清剂对生姜梨酒进行澄清处理。利用单因素实验, 对比研究了皂土、明胶、壳聚糖、硅藻土 4 种澄清剂对生姜梨酒透光率和色度的影响, 并对澄清后的生姜梨酒进行了理化指标、感官评定和挥发性风味物质变化分析。结果表明: 15 ℃ 下澄清 48 h, 4 种澄清剂的最佳澄清浓度分别为皂土 0.25 g/100 mL、明胶 0.05 g/100 mL、壳聚糖 0.06 g/100 mL、硅藻土 0.04 g/100 mL, 与自然沉降法相比, 经澄清剂处理后生姜梨酒的透光率由 80.20% 提高至 90.20%、85.70%、86.13%、85.00%, 其中皂土的澄清效果最为理想, 透光率达 90.20%, 感官评分由 65.00 分提高至 84.30 分, 挥发性醇类和酯类物质较为丰富, 且口感丰满, 香气怡人。

关键词: 生姜梨酒, 澄清剂, 皂土, 透光率, 感官评分, 挥发性风味物质

Comparative on Clarification Effects of Four Kinds of Clarifying Agents on Ginger Pear Wine

GUO Yan¹, DENG jie¹, DOU Yong-qiang², CHE Lu-ping¹,

CHENG Tie-yuan³, HUANG Zhi-guo¹, WEI Chun-hui^{1,*}

(1. Sichuan University of Science & Engineering, Liquor Making Biotechnology
and Application Key Laboratory of Sichuan Province, Yibin 644000, China;

2. Sichuan Hongkang Technology Co., Ltd., Zigong 643031, China;

3. Yibin Customs, Yibin 644000, China)

Abstract: In order to improve the clarity of ginger pear wine, four kinds of clarifying agents were used such as bentonite, gelatin, chitosan and diatomite. In this paper, the effects of bentonite, gelatin, chitosan and diatomite on the light transmittance and chroma of ginger pear wine were compared by single factor experiment, and the physical and chemical indicators, volatile flavor substances changes of ginger pear wine after clarification were analyzed. The results showed that clarifying for 48 h at 15 ℃, the optimum clarification concentrations of the four kinds of clarifying agents were bentonite 0.25 mg/100 mL, gelatin 0.05 mg/100 mL, chitosan 0.06 mg/100 mL, diatomite 0.04 mg/100 mL. Compared with the method of natural sedimentation, the light transmittance of ginger pear wine after treatment with clarifying agent increased from 80.20% to 90.20%, 85.70%, 86.13%, 85.00%, of which the clarification effect of bentonite was the most ideal, the light transmittance was 90.2%, the sensory score increased from 65.00 points to 84.30 points, the volatile alcohols and esters were richer, and the taste was full and the aroma was pleasant.

Key words: ginger pear wine; clarifying agent; bentonite; light transmittance; sensory score; volatile flavor substances

中图分类号: TS261.4

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2020)07-0037-07

doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2020.07.007

引文格式: 郭燕, 邓杰, 豆永强, 等. 4 种澄清剂对生姜梨酒澄清效果的对比[J]. 食品工业科技, 2020, 41(7): 37-43.

梨为蔷薇科梨属植物果实, 表面光滑, 鲜嫩多汁, 口味甘甜, 是我国广泛栽培的果树之一, 其种植面积和产量均居世界首位^[1]。梨果富含多种维生素、

矿物质和纤维素, 具有生津、清热、润燥等功效^[2]。目前, 市场上的梨果加工品主要以梨汁饮品和罐头为主, 面对产能过剩、产后商品化处理比例小等问题,

收稿日期: 2019-06-12

作者简介: 郭燕(1995-), 女, 硕士研究生, 研究方向: 食品工程, E-mail: cjsfxygy@126.com。

* 通讯作者: 卫春会(1980-), 女, 硕士, 高级实验师, 研究方向: 酿酒生物技术及应用, E-mail: 147516753@qq.com。

基金项目: 四川省教育厅科技成果转化重大培育项目(16CZ0024); 自贡市科技创新苗子工程项目(2018CXMZ07); 四川轻化工大学横向课题(HX2017071); 四川轻化工大学省级大学生创新创业训练计划项目(201810622077)。

制约了梨果附加值的提高^[3-4]。姜为姜科植物根茎,具有芳香及辛辣味,常作为食物提味增香的烹饪调味料。生姜中除含多糖、维生素等营养物质之外,还含有姜油酮、姜酚等生理活性物质,具有抗氧化、降血脂、抗肿瘤等功效^[5]。生姜在酒类加工品中主要用于制作泡酒,但因其口感较差、功能因子难以析出,导致了严重的资源浪费,而发酵型生姜酒不但富含生物活性成分,还具有特殊的姜香与酒香^[6-7]。因此,以梨和生姜为原料经混合发酵而成的复合型果酒,不仅具有果香、姜香与发酵香,还具有极高的营养价值与多种保健功能。生姜梨酒的研制无疑提高了我国梨资源的利用率,拓宽了梨酒酿造方向,具有广阔的市场前景^[8]。

然而,生姜梨酒中含有单宁、果胶、色素等大分子杂质,这些物质在果酒中均以胶体的形式存在,在加工、贮存过程中易出现非生物性浑浊、褐变、腐败等现象,严重影响果酒的品质^[9-11]。所以,为了保证生姜梨酒具有良好的稳定性与品质,需要在酿造过程中对果酒进行澄清处理。目前,果酒澄清的方法有物理法(自然沉降法、冷处理和热处理等)、化学法(澄清剂如明胶、硅藻土和皂土等)和酶法(纤维素酶、果胶酶和蛋白酶等)^[12-15]。在报道中,壳聚糖、皂土、明胶和硅藻土等化学澄清剂对果酒有较好的澄清作用^[16-21],但对于不同类型的果酒,澄清剂的种类以及浓度的不同产生的澄清效果也有所不同,如武璐婷等^[22]研究表明,浓度为0.015%的明胶对半干型酥梨果酒有较好的澄清效果,且酒香醇厚,爽口宜人;赵金松等^[23]提出,0.80 g/L的壳聚糖对桂花梨酒不仅有较好的澄清作用,而且还能较好地保留果酒香气。

因此,本试验以4种不同的澄清剂(皂土、明胶、壳聚糖、硅藻土)对生姜梨酒进行澄清处理,并对澄清后的生姜梨酒进行理化指标、感官评定和风味物质分析,初步探索生姜梨酒的澄清工艺,以期生姜梨酒的开发提供理论基础和技术支撑。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

梨、生姜、白砂糖 市售;安琪活性干酵母 安琪酵母股份有限公司;硅藻土 分析纯,上海市奉贤奉城试剂厂;皂土 分析纯,上海市四赫维化工有限公司;抗坏血酸、葡萄糖、偏重亚硫酸钾、壳聚糖、明胶 分析纯,成都市科龙化工试剂厂。

UV-1200 紫外分光光度计 翱艺仪器(上海)有限公司;AR2140 电子分析天平 梅特勒-托利多仪器有限公司;7890A-5975B 气相色谱质谱联用仪 美国 Agilent 公司;HT300A 固相微萃取仪 意大利 HTA 公司;5430R 高速冷冻离心机 德国 Effendorf 公司;LRH-250 生化培养箱 上海齐欣科学仪器有限公司;DK-98-II 恒温水浴锅 天津市泰斯特仪器有限公司。

1.2 实验方法

1.2.1 生姜梨酒酿造工艺

1.2.1.1 生姜梨酒酿造工艺流程

梨→分选、清洗→去皮、去核、护色^[24-25]、榨汁→调糖度→
生姜→洗净、去皮、切片
↓
混合→接种→酒精发酵→过滤→澄清→灭菌→调味→成品

↑
活化酵母→制备种子液

1.2.1.2 操作要点 梨的分选、清洗、榨汁与护色:挑选新鲜、成熟度高的梨,清水洗净后去皮去核,切成长宽约 2.00 cm 的方块。为了防止梨果肉褐变,将果肉置于护色液(0.04% 抗坏血酸)中浸泡 5 min;榨汁后,向梨汁中加入 80.00 mg/L 的偏重亚硫酸钾进行抑菌及灭菌。

调糖度:为了促进酵母的生长,可添加一定量的白砂糖来调整梨汁糖度,糖度在 20%~22% 为宜。

混合:梨与生姜按质量比 30:1 进行混合。

种子液的制备:配制 250.00 mL 4% 的葡萄糖溶液,按 0.10% 的接种量接入安琪活性干酵母,30 ℃ 活化 1~2 h;在无菌条件下,将酵母活化液按 10% 的接种量接入生姜梨汁中,混匀,密封,于 30 ℃ 下驯化 24 h,发酵旺盛即得种子液。

接种、发酵、过滤:种子液按 8% 的接种量接入生姜梨汁发酵液中,摇匀,密封,于 28 ℃ 下静止发酵 7 d;发酵完成后,用 8 层杀菌纱布过滤,弃去果肉和酵母沉淀,放置阴凉通风处(15~20 ℃)进行后发酵。

澄清:采用自然沉降法、硅藻土澄清法、皂土澄清法、明胶澄清法和壳聚糖澄清法。将过滤后的生姜梨酒置于密闭容器中,静置状态下,按照不同澄清方法进行澄清处理。

灭菌、调味:生姜梨酒经过澄清处理后,置于 65~68 ℃ 的水浴锅中灭菌 15~20 min,冷却至室温。为了保持其口感,可适量添加白砂糖进行调味^[8]。

1.2.2 最佳透光率和色度测定波长的确定 将过滤后的生姜梨酒在 4000 r/min 下离心 5 min,以蒸馏水为对照,在波长为 320~780 nm 范围内每隔 20 nm 测定一个吸光值,记录并绘制生姜梨酒在可见光区域内的吸收曲线,根据吸收曲线确定生姜梨酒最佳透光率和色度的测定波长。

1.2.3 自然沉降法对生姜梨酒进行澄清处理 通过延长发酵时间来观察生姜梨酒在凝聚和絮凝作用下澄清度的变化情况。取 12 份过滤后的生姜梨酒各 50.00 mL,分别在 15 ℃^[8,20,26] 下澄清 24、48、72、96 h 后测定生姜梨酒的吸光值,计算并绘制生姜梨酒的色度和透光率随澄清时间变化的曲线,根据曲线确定自然沉降法的最佳澄清条件。后续的试验均以自然沉降法作对比,以衡量不同澄清剂的处理效果。

1.2.4 4种澄清剂澄清效果试验设计

1.2.4.1 澄清剂的制备 2% 皂土溶液:准确称取 2.00 g 皂土,加入 95.00 mL 蒸馏水浸泡 24 h 后缓慢加热搅拌至完全溶解,冷却后定容至 100.00 mL 备用。

1% 明胶溶液:准确称取 1.00 g 明胶,加入 95.00 mL 蒸馏水,缓慢加热搅拌至完全溶解,冷却后定容至 100.00 mL 备用。

1% 壳聚糖溶液:准确称取 1.00 g 壳聚糖,加至

95.00 mL 0.20% 柠檬酸溶液中,缓慢加热搅拌至完全溶解,冷却后定容至 100.00 mL 备用。

1% 硅藻土溶液:准确称取 1.00 g 硅藻土,加入 95.00 mL 蒸馏水浸泡 24 h 后缓慢加热搅拌至完全溶解,冷却后定容至 100.00 mL 备用^[27]。

1.2.4.2 不同澄清剂对生姜梨酒澄清处理方法 取过滤后的生姜梨酒各 50.00 mL,按表 1 试验方案分别加入 4 种不同的澄清剂,混匀后在 15 ℃ 下静置 48 h, 4000 r/min 离心 5 min,取上清液,测定吸光值。计算并绘制色度和透光率随澄清剂浓度的变化曲线,根据曲线确定各澄清剂的最佳添加浓度。

表 1 4 种澄清剂澄清试验设计
Table 1 Clarification test design of
four kinds of clarifying agents

澄清剂种类	实验组					
	1	2	3	4	5	6
皂土(g/100 mL)	0	0.05	0.15	0.25	0.35	0.45
明胶(g/100 mL)	0	0.01	0.03	0.05	0.07	0.09
壳聚糖(g/100 mL)	0	0.02	0.06	0.10	0.14	0.18
硅藻土(g/100 mL)	0	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10

1.2.5 生姜梨酒澄清前后理化指标、感官评定和挥发性香气成分分析 取 50.00 mL 过滤后的生姜梨酒,按各澄清剂的最佳澄清浓度在 15 ℃ 下澄清 48 h, 4000 r/min 离心 5 min,取上清液,与采取最佳澄清条件下的自然澄清法作对比,比较澄清后果酒的色度、透光率、固形物、蛋白质含量等理化指标的变化,并进行感官评定和挥发性香气成分分析。

1.2.5.1 理化指标的测定 色度和透光率:分光光度法。以蒸馏水为参比,取澄清后的酒样于比色皿中,在波长 420 和 720 nm 处测得的吸光值(A)分别表示生姜梨酒的色度和透光率(透光率 $T\% = 10^{-A}$)^[28];固形物含量:参照 GB/T 15038-2006《葡萄酒、果酒常用分析法》中比重瓶法^[29];蛋白质含量:参照 GB 5009.5-2016《食品安全国家标准食品中蛋白质的测定》中凯氏定氮法^[30]。

1.2.5.2 感官评定 参照相关果酒标准以及文献^[8,29,31],邀请 10 位味觉、嗅觉正常且对果酒品评有丰富经验的人员(男性 5 名,女性 5 名)作为评委进行感官评分,按照表 2 的指标分别对澄清后生姜梨酒的澄清度(20 分)、色泽(20 分)、滋味(30 分)、香气(30 分)进行独立性打分(满分 100 分),取 10 位评委打分值的平均值作为最后的得分。

1.2.5.3 挥发性香气成分的测定 固相微萃取:精确量取 5.00 mL 酒样和 25.00 μ L 乙酸丁酯于顶空瓶中,将顶空瓶放入全自动固相微萃取仪中,55 ℃ 平衡 10 min 后再萃取 30 min,随后手动进样,于 230 ℃ 的进样口中解吸 5 min。

气相色谱条件:毛细管色谱柱为 DB-WAX (60.00 mm $\times$ 0.25 mm $\times$ 0.25 μ m);不分流;进样口温度为 230 ℃;程序升温:35 ℃ 保持 5 min,5 ℃/min 升温至 100 ℃,保持 2 min,再以 15 ℃/min 升温至 230 ℃,保持 10 min;载气:高纯度氦气;流速为 1 mL/min。

表 2 生姜梨酒感官评定标准

Table 2 Sensory evaluation standards of ginger pear wine

项目	评分标准	分数 (分)
澄清度 (20 分)	澄清透明,无杂质,无沉淀	17~20
	澄清,有轻微悬浮物,无沉淀	12~17
	澄清,有少量杂质或沉淀	7~12
	浑浊,有明显的杂质或沉淀	0~7
色泽 (20 分)	淡黄色,有光泽,鲜明透亮	16~20
	淡黄色,无光泽	12~16
	色泽暗淡,无光泽	6~12
	失光,不协调	0~6
香气 (30 分)	梨香,姜香,酒香浓郁、协调、舒适	25~30
	梨香,姜香,酒香良好,无异味	18~25
	梨香、姜香、酒香不足,有异味	10~18
	梨香、酒香缺乏,异味较重	0~10
滋味 (30 分)	酒体丰满,清新爽口,纯正协调	24~30
	酒体淡薄,柔和爽口,酸甜适中	18~24
	无酒味,略酸	8~18
	无酒味,酸涩,平淡	0~8

质谱条件:电子电离源,电子能量 70 eV,离子源温度 230 ℃,四极杆温度 150 ℃,接口温度 230 ℃,质量扫描范围 20~500 amu,溶剂延迟 3 min。

挥发性香气成分定性方法:采用固相微萃取和气相色谱-质谱法(GC-MS)对生姜梨酒中的香气成分进行提取和测定,将 GC-MS 测得的总离子流色谱图进行普库美国国家标准技术研究所(National Institute of Standards and Technology, NIST)8.0 检索及分析,确定生姜梨酒中的香气成分;定量方法:内标法。以 84.00 mg/mL 乙酸丁酯作为内标物对挥发性香气成分进行定量分析。

1.3 数据处理

生姜梨酒理化指标和感官评分结果均用“平均值 $\pm$ 标准差”表示。应用 SPSS 16.0 统计软件对试验数据进行分析,并采用 SNK-q 检验对结果进行多重比较。每组试验均重复 3 次。

2 结果与分析

2.1 最佳透光率和色度测定波长的确定

果酒的色泽是感官评价果酒品质的一项重要指标。果酒中的色素、酚酸等物质可选择性地反射或吸收可见光区域内不同波长的光而使果酒呈现出一定的色泽^[32-33]。由图 1 可以看出,随着波长的增加,生姜梨酒的吸光值呈先增大后减小的趋势。其中,在波长为 420 nm 处吸光值达最大,即选择 420 nm 作为测定生姜梨酒色度的波长;当波长超过 720 nm,生姜梨酒的吸光值达最小后趋于稳定,因透光率 $T\% = 10^{-A}$,即透光率与吸光值变化趋势相反,综合考虑紫外分光光度计的准确性和稳定性,选择 720 nm 作为测定生姜梨酒最佳透光率的波长。

2.2 自然沉降法对生姜梨酒澄清效果的影响

在自然沉降过程中,随着后发酵时间的延长,果酒中单宁、蛋白质等不稳定性物质因发生凝聚和絮

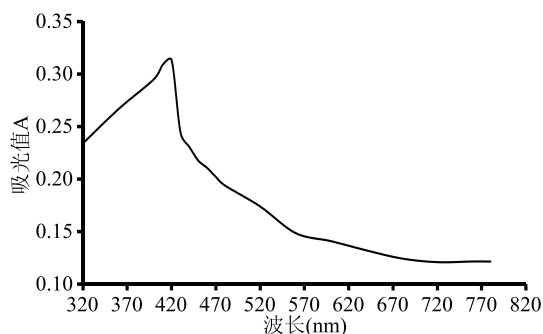


图1 生姜梨酒波长与吸光值的关系

Fig.1 Relationship between wavelength and absorbance of ginger pear wine

凝作用而形成沉淀,使果酒得以澄清^[34]。由图2可以看出,随着沉降时间的增加,生姜梨酒的透光率呈先增后缓慢降低的趋势,而色度逐渐降低,但降低幅度不大。其中,自然沉降48 h后的生姜梨酒澄清效果最佳,透光率由67.42%升高至80.20%,但仍有少许浑浊物,色度变化不明显,为0.20,说明凝聚和絮凝48 h不仅能使生姜梨酒中的部分不稳定性浑浊物沉降,而且还能保持生姜梨酒的色泽。由此可见,自然沉降法对生姜梨酒具有一定的澄清作用,但澄清效果有限。

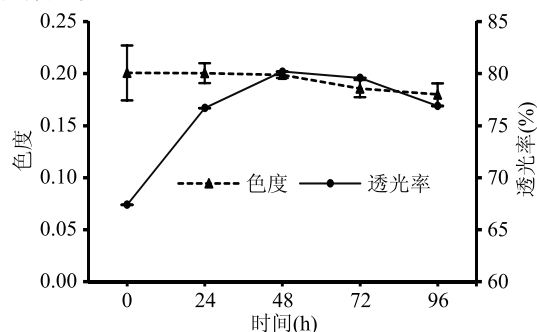


图2 自然沉降法对生姜梨酒色度和透光率的影响

Fig.2 Effects of natural sedimentation method on chroma and light transmittance of ginger pear wine

2.3 4种澄清剂对生姜梨酒澄清效果的影响

2.3.1 皂土对生姜梨酒澄清效果的影响 皂土吸水膨胀后可形成带负电荷的胶体悬浮液,可与生姜梨酒中带正电荷的蛋白质、色素等大分子浑浊物通过范德华力和负电荷作用而结合形成絮状沉淀,使果酒澄清^[35-37]。由图3可以看出,随着皂土浓度的增加,生姜梨酒的透光率呈先增后降的趋势,而色度呈逐渐降低的趋势。其中,在皂土浓度为0.25 g/100 mL时澄清效果最佳,透光率由80.20%提高至90.20%,色度为由0.20降低至0.15,这说明一定浓度的皂土能使生姜梨酒中的部分浑浊物和带颜色物质发生沉降作用,但过量的皂土反而不利于生姜梨酒的澄清。因此,选择浓度为0.25 g/100 mL的皂土为生姜梨酒的最佳澄清量。

2.3.2 明胶对生姜梨酒澄清效果的影响 明胶是从动物的结缔或表皮组织中胶原部分水解出来的一种带正电荷的蛋白质,可与生姜梨酒中的单宁、多酚、果胶等物质通过静电相互作用,氢键、巯基等连接作

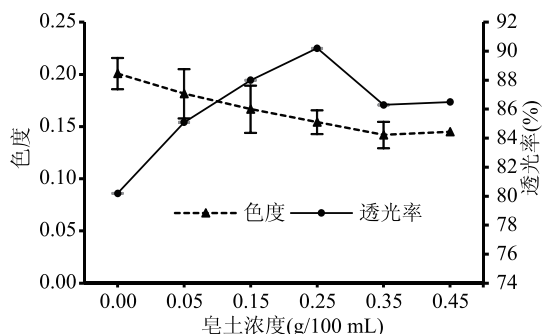


图3 不同浓度的皂土对生姜梨酒透光率和色度的影响

Fig.3 Effects of different concentrations of bentonite on transmittance and chroma of ginger pear wine

用聚集成絮凝物而形成沉淀,使果酒得以澄清^[38-39]。由图4可以看出,随着明胶浓度的增加,生姜梨酒的透光率呈先增后降的趋势,而色度为先稳后降最后又略有增加。其中,在明胶浓度为0.05 g/100 mL时澄清效果最佳,透光率由80.20%提高至85.70%,色度由0.20降低至0.18,这说明一定浓度的明胶可提高生姜梨酒的澄清度,但过量的明胶澄清效果不佳,这可能是由于过量的明胶在果酒中形成絮状体或胶体悬浮液,重新导致了酒体浑浊^[40]。因此,选择浓度为0.05 g/100 mL的明胶为生姜梨酒的最佳澄清量。

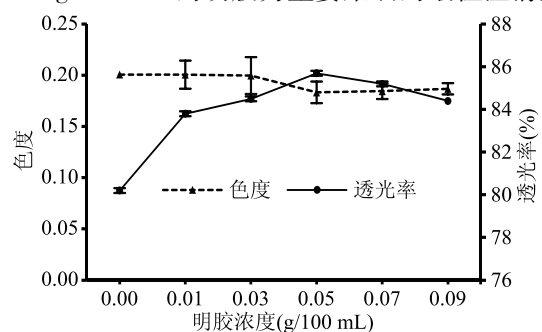


图4 不同浓度的明胶对生姜梨酒透光率和色度的影响

Fig.4 Effects of different concentrations of gelatin on transmittance and chroma of ginger pear wine

2.3.3 壳聚糖对生姜梨酒澄清效果的影响 壳聚糖是氨基葡萄糖的直链多聚糖,当壳聚糖溶于酸性果酒中时,氢离子与氨基可结合形成带正电荷的分子,能与果酒中带负电的微粒如蛋白质、单宁、纤维素等物质发生絮凝沉淀作用,使酒体得以澄清^[41]。由图5可以看出,随着壳聚糖浓度的增加,生姜梨酒的透光率呈先增后降的趋势,而色度呈先降后增的趋势。其中,在壳聚糖浓度为0.06 g/100 mL时澄清效果最佳,透光率由80.20%提高至86.13%,色度由0.20降低至0.17,这说明壳聚糖在一定程度上能改善生姜梨酒的澄清度,但高浓度的壳聚糖澄清效果不佳,这可能是由于壳聚糖本身就是一种增稠剂,能溶解于果酒并形成一种稳定的絮凝体系,当壳聚糖的吸附能力达到平衡后,过量的壳聚糖则成为新的浑浊因子,从而导致酒体浑浊^[42-43]。因此,选择浓度为0.06 g/100 mL的壳聚糖为生姜梨酒的最佳澄清量。

2.3.4 硅藻土对生姜梨酒澄清效果的影响 硅藻土

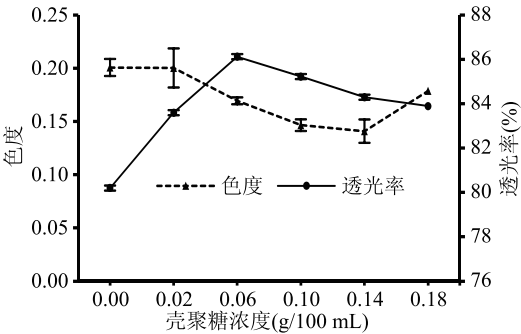


图5 不同浓度的壳聚糖对生姜梨酒透光率和色度的影响

Fig.5 Effects of different concentrations of

chitosan on transmittance and chroma of ginger pear wine

是一种硅质岩石,主要由古代硅藻的遗骸所组成,其主要成分为 SiO_2 , 并含有少量的 MgO 、 Al_2O_3 、 CaO 等^[44]。加工后的硅藻土产品内部呈多孔结构,具有较强的吸附能力、过滤能力和化学稳定性,其中的金属离子能与果酒中的果胶酸相互作用形成果胶酸盐,从而加速果胶的沉淀,同时又能吸附色素、酵母等其他固体悬浮物,使果酒得以澄清^[45]。由图6可以看出,随着硅藻土浓度的增加,生姜梨酒的透光率呈先增后降的趋势,而色度先略有增加后趋于稳定。其中硅藻土在浓度为 0.04 g/100 mL 时澄清效果最佳,透光率由 80.20% 提高至 85.00%,色度由 0.20 升高至 0.22,说明一定浓度的硅藻土不仅能吸附生姜梨酒中的部分浑浊物,而且还能增加生姜梨酒的色泽,但过量的硅藻土不利于生姜梨酒的澄清。因此,选择浓度为 0.04 g/100 mL 的硅藻土为生姜梨酒的最佳澄清量。

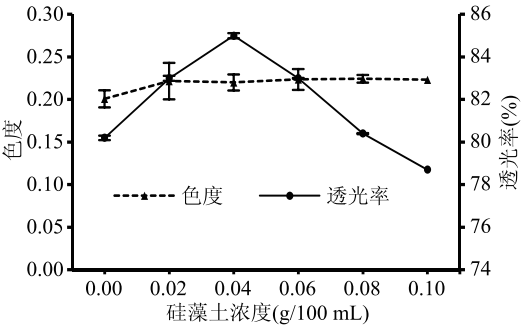


图6 不同浓度的硅藻土对生姜梨酒透光率和色度的影响

Fig.6 Effects of different concentrations of

diatomite on transmittance and chroma of ginger pear wine

2.4 生姜梨酒经 5 种澄清方法处理后的理化指标和感官评分分析

生姜梨酒经过不同澄清法处理后,其透光率、色度、固形物和蛋白质含量等理化指标和感官评分结果见表3。由表3可以看出,生姜梨酒经澄清剂处理比采用自然沉降法澄清效果好,表现为固形物含量和蛋白质含量的降低以及透光率和感官评分上的升高。与自然沉降法相比,4种澄清剂处理后的生姜梨酒透光率和感官评分变化显著($P < 0.05$),而色度变化不显著($P > 0.05$)。其中,皂土处理后的生姜梨酒固形物含量显著低于其他4种澄清方法($P < 0.05$),且皂土能有效去除生姜梨酒中的蛋白质,使之低于最低检出量,感官评分显著高于其他4种澄清方法($P < 0.05$),为 84.30 分。综合理化指标和感官评分,选择 0.25 g/100 mL 的皂土为生姜梨酒的最佳澄清剂。

2.5 生姜梨酒澄清后风味物质成分比较

果酒的香气是由各类挥发性芳香成分相互作用而呈现出来的一种累积效应,挥发性芳香物质的种类及含量决定了果酒的风味特征。研究表明,果酒中的主要香气成分包括己酸乙酯、癸酸乙酯、辛酸乙酯、乙酸乙酯、乙酸苯乙酯、正己醇、异戊醇、苯乙醇、异丁醇等^[8,45-46]。由表4和表5可以看出,与自然沉降法相比,澄清剂处理后的生姜梨酒中的醇类和酯类物质种类均有所减少,这说明生姜梨酒在不同澄清剂的最佳浓度下,不同种类的澄清剂对生姜梨酒中挥发性风味物质的种类和含量有影响。醇类物质除硅藻土处理后的生姜梨酒含量略有降低之外,其他3种澄清剂均使生姜梨酒中的醇类物质含量增加。4种澄清剂处理后的生姜梨酒中酯类物质含量均低于自然沉降后的生姜梨酒。相较于其他3种澄清剂,皂土处理后的生姜梨酒中醇类物质种类丰富,赋予果酒香气的主要醇类物质含量如正己醇、

表5 生姜梨酒澄清后挥发性风味物质种数

Table 5 Number of volatile flavor substances after clarification of ginger pear wine

挥发性风味物质种类	自然沉降法	壳聚糖	皂土	硅藻土	明胶
醇类	12	7	9	8	6
酯类	8	5	7	5	6
总计	20	12	16	13	12

表3 生姜梨酒澄清后理化指标和感官评定结果

Table 3 Results of physicochemical indexes and sensory evaluation of ginger pear wine after clarification

指标	自然沉降法	壳聚糖	皂土	硅藻土	明胶
最佳澄清浓度(g/100 mL)	0	0.06	0.25	0.04	0.05
透光率(%)	80.20 ± 0.10 ^c	86.13 ± 0.11 ^b	90.20 ± 0.10 ^a	85.00 ± 0.11 ^d	85.70 ± 0.10 ^c
色度	0.20 ± 0.09 ^a	0.17 ± 0.02 ^a	0.15 ± 0.02 ^a	0.22 ± 0.02 ^a	0.18 ± 0.01 ^a
固形物(g/L)	47.50 ± 0.66 ^a	46.00 ± 0.88 ^{ab}	42.50 ± 0.80 ^c	45.50 ± 0.80 ^{ab}	45.00 ± 1.50 ^b
蛋白质(mg/L)	52.40 ± 1.93 ^a	—	—	20.50 ± 1.27 ^a	40.00 ± 1.00 ^a
感官评分(分)	65.00 ± 2.10 ^d	68.30 ± 2.10 ^c	84.30 ± 4.00 ^a	79.60 ± 2.54 ^b	70.30 ± 3.52 ^c

注:“—”表示未检出或含量极低;同行不同小写字母表差异显著($P < 0.05$),相同小写字母表差异不显著($P > 0.05$)。

表4 生姜梨酒澄清后挥发性风味物质成分及含量
Table 4 Volatile flavor substances composition and content of ginger pear wine after clarification

挥发性风味物质		含量 (mg/L)				
中文名称	英文名称	自然沉降法	壳聚糖	皂土	硅藻土	明胶
正己醇	Hexyl alcohol	0.35	0.46	0.43	0.38	0.53
异丁醇	2-Methyl-1-propanol	3.52	2.35	6.41	5.13	6.84
苯乙醇	Phenethyl alcohol	2.07	5.28	3.77	4.20	-
异戊醇	3-Methyl-1-butanol	19.95	20.09	20.76	17.31	21.52
丙醇	1-Propanol	0.27	-	0.21	-	-
香叶醇	(2E)-3,7-Dimethyl-2,6-octadien-1-ol	0.34	-	0.29	0.24	-
桉叶油醇	Cineole	0.37	0.51	0.50	0.51	0.52
D-香茅醇	D-Citronellol	1.07	1.07	0.84	0.97	-
2-庚醇	2-Heptanol	0.05	-	-	-	-
芳樟醇	Linalool	0.80	0.47	0.45	-	-
正辛醇	1-Octanol	0.24	-	-	0.24	0.24
橙花醇	cis-3,7-Dimethyl-2,6-octadienol	0.07	-	-	-	0.06
乙酸乙酯	Ethyl acetate	2.33	-	2.17	-	2.52
乙酸异戊酯	Isoamyl acetate	2.07	1.86	1.92	1.94	1.98
己酸乙酯	Ethyl caproate	1.60	2.14	-	2.42	1.88
辛酸乙酯	Ethyl caprylate	0.85	-	0.27	1.18	-
乙酸己酯	Hexyl acetate	0.41	0.41	0.42	0.42	0.46
癸酸乙酯	Ethyl caprate	1.03	0.91	0.37	0.85	1.77
乙酸苯乙酯	Phenethyl acetate	0.42	0.54	0.29	-	-
丁酸乙酯	Ethyl butyrate	0.14	-	0.14	-	0.14
乙酸丁酯	Butyl acetate	4.20	4.20	4.20	4.20	4.20
醇类物质总含量		29.10	30.23	33.66	28.98	29.71
酯类物质总含量		13.05	10.06	9.78	11.01	12.95

注：“-”表示未检出或含量极低。

异戊醇、苯乙醇和异丁醇均高于自然沉降后的生姜梨酒；酯类物质含量虽低，但酯类香气成分相对比较丰富。

3 结论

生姜梨酒经单一澄清剂澄清处理后，确定了各类澄清剂的最佳澄清浓度，分别为皂土 0.25 g/100 mL、明胶 0.05 g/100 mL、壳聚糖 0.06 g/100 mL 和硅藻土 0.04 g/100 mL。与自然沉降法相比，生姜梨酒的透光率由 80.20% 提高至为 90.20%、85.70%、86.13%、85.00%。综合理化指标、感官评定和挥发性香气成分分析得出，0.25 g/100 mL 的皂土处理后的生姜梨酒不仅澄清透明，而且口感丰满，香气怡人，因此选择皂土为生姜梨酒的最佳澄清剂。经单因素澄清实验发现，不同用量和不同种类的澄清剂对生姜梨酒的澄清效果存在着显著的差异。因此，下一步试验将在单因素试验的基础上，考虑采用复合澄清剂来弥补单一澄清剂的不足，以期找到生姜梨酒的最佳澄清工艺。

参考文献

[1]金磊.梨酒专用酵母的筛选及工程菌的构建[D].西安:陕西科技大学,2012:1-2.
[2]张靖,张俊英,高文远.梨属药用植物的化学成分及药理作用研究进展[J].中草药,2012,43(10):2077-2082.

[3]赵德英,程存刚,曹玉芬,等.我国梨果产业现状及发展战略研究[J].江苏农业科学,2010(5):501-504.
[4]高丽娟,张海娥,徐金涛,等.河北省梨产业现状、存在问题及发展对策[J].中国南方果树,2018,47(S1):119-121.
[5]朱明明,柳丹,路可欣,等.姜辣素药理作用研究进展[J].湖北医药学院学报,2018,37(4):390-394.
[6]尹晓晔.生姜发酵酒的工艺研究[D].泰安:山东农业大学,2017:17-32
[7]吴平,罗惠波,李浩,等.生姜保健酒的研制[J].酿酒科技,2008(12):94-96.
[8]田学梅,邓杰,钟妹霞,等.生姜梨酒的研制及香味成分分析[J].中国酿造,2018,37(3):176-181.
[9]杨立英,李超,史红梅,等.果酒浑浊产生原因及澄清方法[J].中外葡萄与葡萄酒,2009(9):51-53.
[10]Mierczynska - Vasilev A, Smith P A . Current state of knowledge and challenges in wine clarification [J]. Australian Journal of Grape and Wine Research,2015,21:615-626.
[11]Li H, Guo A, Wang H .Mechanisms of oxidative browning of wine[J].Food Chemistry,2008,108(1):1-13.
[12]倪志婧,马文平.甜瓜果酒澄清技术研究[J].安徽农业科学,2012,40(28):14012-14013.
[13]李阳,吴昊,杨洪岩.发酵酒澄清方法的研究进展[J].酿酒科技,2018(3):80-86.
[14]Selwal M K, Yadav A, Selwal K K, et al.Tannase production by *Penicillium atramentosum* KM under SSF and its applications

in wine clarification and tea cream solubilization [J]. Brazilian Journal of Microbiology, 2011, 42(1): 374-387.

[15] Villettaz J C, Steiner D, Trogus H. The use of β -glucanase as an enzyme in wine clarification and filtration [J]. American Journal of Enology & Viticulture, 1984, 35(4): 253-256.

[16] Rankine B C, Emerson W W. Wine clarification and protein removal by bentonite [J]. Journal of the Science of Food & Agriculture, 2010, 14(10): 685-689.

[17] He Z, Li W, Lin X, et al. Factor analyses and effect evaluation for the clarification of waxberry wine with chitosan [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2006, 22(8): 199-202.

[18] 祁高展, 高丹丹. 壳聚糖对干红葡萄酒澄清工艺研究 [J]. 酿酒科技, 2016(10): 27-29.

[19] 刘亚萍, 楚杰, 何秋霞, 等. 发酵石榴酒澄清剂的筛选及澄清条件优化 [J]. 食品工业科技, 2017, 38(3): 175-179, 185.

[20] 康超, 李国添, 朱珊贤, 等. 不同澄清剂对山葡萄酒澄清效果的影响 [J]. 中国酿造, 2018, 37(3): 115-119.

[21] Ai - Xiang L, Yi - Lun C, Yu - Huan L, et al. Study on clarification of persimmon wine [J]. Food Science, 2007, 28(10): 304-308.

[22] 武璐婷, 蒋和体. 半干型酥梨果酒发酵和澄清工艺比较研究 [J]. 中国酿造, 2015, 34(5): 135-137.

[23] 赵金松, 冯兴垚, 刘茗铭, 等. 不同澄清剂对桂花鸭梨复合型果酒澄清效果的研究 [J]. 四川理工学院学报: 自然科学版, 2017, 30(5): 20-25.

[24] Lambrecht H S. Sulfite substitutes for the prevention of enzymatic browning in foods [M]. Washington DC: ACS Symposium series, 1995: 313-323.

[25] Sapers G M. Control of enzymatic browning in apples with ascorbic acid derivatives, polyphenol oxidase inhibitors and complexing agents [J]. Journal of Food Science, 1989, 54(4): 997-1002.

[26] 宋于洋, 杨艳彬, 塔依尔. 不同温度、澄清剂对美乐葡萄酒澄清效果的研究 [J]. 酿酒, 2000(5): 52-54

[27] 李觅, 卫春会, 黄治国, 等. 黄水澄清方法对比研究 [J]. 酿酒科技, 2015(6): 28-31.

[28] 吴文铭. 紫外可见分光光度计及其应用 [J]. 生命科学仪器, 2009(4): 63-65.

[29] 全国食品工业标准化技术委员会酿酒分技术委员会. GB/T 15038-2006 葡萄酒、果酒常用分析法 [S]. 北京: 北京标准出版社, 2008.

[30] 国家卫生和计划生育委员会, 国家食品药品监督总

局. GB 5009.5-2016 食品安全国家标准食品中蛋白质的测定 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.

[31] 夏天奇, 高新亚, 刘小琳, 等. 红树莓果酒澄清工艺的优化及理化指标的测定 [J]. 中国酿造, 2018, 37(8): 138-142.

[32] 叶隆炳, 鄢尧德. 物质的颜色 [J]. 四川师范大学学报: 自然科学版, 1988(1): 83-92.

[33] 陈坚生, 杨幼慧, 詹金花, 等. 果酒中酚类物质及其非酶褐变的研究进展 [J]. 食品科学, 2009, 30(7): 281-284.

[34] 梁红云, 王英, 刘小莉, 等. 几种澄清剂对黑莓果酒中蛋白质的影响 [J]. 中国酿造, 2015, 34(3): 126-129.

[35] Faveri D M de, Dordoni R, Silva A, et al. Effect of bentonite fining on odor-active compounds in two different white wine styles [J]. American Journal of Enology and Viticulture, 2010, 61(2): 225-233.

[36] Sauvage F X, Bach B, Moutounet M, et al. Proteins in white wines: Thermo-sensitivity and differential adsorption by bentonite [J]. Food Chemistry, 2010, 118(1): 26-34.

[37] Lambri M, Dordoni R, Giribaldi M, et al. Heat-unstable protein removal by different bentonite labels in white wines [J]. LWT-Food Science and Technology, 2012, 46(2): 460-467.

[38] 吴澎, 贾朝爽, 郝良卿, 等. 酸樱桃酒澄清剂的筛选 [J]. 食品工业科技, 2018, 39(10): 133-137.

[39] 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(1): 1-5.

[40] 冉娜, 徐彬, 雷湘兰, 等. 不同澄清剂在龙眼果酒中的澄清效果及稳定性研究 [J]. 食品工业科技, 2016, 37(2): 287-290, 95.

[41] 冉艳红, 于淑娟, 杨春哲. 壳聚糖在苹果酒澄清中的应用 [J]. 食品科学, 2001(9): 38-40.

[42] Boulton R B, Singleton V L, Bisson L F, et al. The fining and clarification of wines [J]. Principles and Practices of Winemaking, 1999(7): 279-319.

[43] 谢晶, 陈跃进, Ammawath W, 等. 不同澄清剂对金樱子发酵果酒澄清效果的影响 [J]. 食品工业科技, 2013(4): 183-186.

[44] 马书翠. 硅藻土表面性质及对 Pb(II) 吸附机理的研究 [D]. 长春: 长春理工大学, 2015: 5-6

[45] 张海涛, 王燕, 杨平平. 苹果酒澄清工艺研究进展 [J]. 山东食品发酵, 2015(3): 42-45.

[45] 张春阳, 陈洁珍, 吴洁芳, 等. 果酒成分研究进展 [J]. 中国酿造, 2014, 33(10): 6-9.

[46] 蔡坤, 吴武阳, 林雪. 果酒酿造工艺及香气成分研究进展 [J]. 中国酿造, 2017, 36(11): 20-23.

微信扫描二维码, 关注《食品工业科技》, 掌握市场动态、了解科技前沿。

