

# 一种莲藕酒澄清工艺研究

时伟<sup>1</sup>,何珺珺<sup>1</sup>,张春林<sup>1</sup>,李芳香<sup>1</sup>,郭学武<sup>2</sup>,吴德光<sup>1\*</sup>

(1. 茅台学院, 贵州 仁怀 564500; 2. 天津市微生物代谢与发酵过程控制技术工程中心, 天津 300457)

**摘要:**以莲藕为原料发酵制备莲藕原酒,分别研究卡拉胶、硅藻土、皂土、壳聚糖等单一澄清剂对莲藕酒的澄清效果,然后对复合澄清剂进行单因素试验和正交试验。结果表明:单一澄清剂中壳聚糖的澄清效果最好,最佳用量为0.3 g/L;采用复合澄清剂效果更为理想,最佳条件为:复合澄清剂(壳聚糖+皂土)添加量为(0.25 g/L+0.9 g/L),冷处理温度为-10℃,澄清时间为5 d,离心机转速为6 000 r/min,其透光率可高达97.1%,酒精度为11.1% vol,总糖16 g/L,总酸4.35 g/L,酒体呈金黄色,澄清透明,酒香纯正,丰满醇厚,酸甜协调。

**关键词:**莲藕;果酒;单一澄清剂;复合澄清剂;冷处理

## Research on the Clarification Process of Lotus Wine

SHI Wei<sup>1</sup>, HE Jun-jun<sup>1</sup>, ZHANG Chun-lin<sup>1</sup>, LI Fang-xiang<sup>1</sup>, GUO Xue-wu<sup>2</sup>, WU De-guang<sup>1\*</sup>

(1. Moutai Institute, Renhuai 564500, Guizhou, China; 2. Tianjin Engineering Research Center of Microbial Metabolism and Fermentation Process Control, Tianjin 300457, China)

**Abstract:** The lotus root was used as raw material to ferment and prepare lotus wine. The effects of single clarifying agents on the clarifying effect of lotus root wine were studied such as carrageenan, diatomaceous earth, bentonite and chitosan. The effect of compound clarifying agent on the clarifying effect of lotus root wine was studied by single factor test and orthogonal test. The results showed that the clarification effect of chitosan of single clarifying agent was the best and the best dosage was 0.3 g/L. Compound clarifiers agents were more ideal. The optimal conditions were as follow: The amount of compound clarifying agent (chitosan + bentonite) was (0.25 g/L+0.9 g/L), cold treatment temperature was -10℃, clarification time was 5 d, centrifuge rotation speed was 6 000 r/min. The light transmittance was as high as 97.1%, alcohol content was 11.1% vol. Total sugar was 16 g/L, total acid was 4.35 g/L. The wine showed golden yellow of clear and transparent, being plump mellow, sweet and sour coordination.

**Key words:** lotus root; fruit wine; single-clarifier; compound-clarifier; cold treatment

引文格式:

时伟,何珺珺,张春林,等.一种莲藕酒澄清工艺研究[J].食品研究与开发,2019,40(16):46-50

SHI Wei, HE Junjun, ZHANG Chunlin, et al. Research on the Clarification Process of Lotus Wine[J]. Food Research and Development, 2019, 40(16):46-50

莲藕在我国饮食习惯中一直被当做蔬菜和水果

基金项目:贵州省教育厅青年成长计划项目(黔教合 KY 字[2018]447);天津市微生物代谢与发酵过程控制技术工程中心开放课题(ZXKF20180102)

作者简介:时伟(1986—),男(汉),讲师,硕士,研究方向:现代酿酒技术。

\*通信作者:吴德光(1986—),男(汉),讲师,硕士,研究方向:现代酿造技术。

同时食用,由于含有丰富的蛋白质、维生素和微量矿物质元素,使其集营养和保健于一体,是一种重要的药食同源食品,受到人们的广泛欢迎<sup>[1]</sup>。莲藕果酒是以莲藕为原料,经过发酵等工艺酿制而成的一种低度、营养、保健型酒<sup>[2-3]</sup>。莲藕酒在存储和销售过程中,最易出现浑浊、失光、沉淀等现象,这严重影响莲藕酒的感官评价及品质等级,成为制约莲藕酒生产厂家发展的一个难题<sup>[4-7]</sup>。

莲藕酒越来越受到人们关注的同时,解决莲藕酒生产过程中存在的澄清问题迫在眉睫。然而目前相关研究报道较少,本试验在其他果酒澄清技术研究的基础上,分别研究了单一澄清剂和复合澄清剂对莲藕酒的澄清效果,以期得到一种比较理想的莲藕酒澄清工艺技术,使莲藕酒获得较高的风味口感及更长时间的澄清效果<sup>[8-13]</sup>。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与试剂

白莲藕:山东临沂;安琪葡萄酒专用酵母:湖北宜昌安琪酵母有限公司;亚硫酸(分析纯):郑州诚旺化工食品添加剂有限公司;卡拉胶:河南领航化工产品有限公司;硅藻土:水泉硅藻土制品有限公司;皂土:上海康禧食品饮业有限公司;壳聚糖:杭州富丽生物科技有限公司; $\alpha$ -淀粉酶( $2.0 \times 10^5$  U/g):河南中星食品添加剂有限公司;糖化酶( $5.0 \times 10^4$  U/g):江苏博立生物制品有限公司;白砂糖:市售。

### 1.2 仪器与设备

721G型可见分光光度计:上海仪电分析仪器有限公司;PHS-25C型数显酸度计:杭州奥利龙仪器有限公司;TGL18M台式高速冷冻离心机:沪康仪器公司;HH-W600数显三用恒温水箱:常州诺基仪器有限公司;PLZ-1.5型榨汁机:江苏海鸥食品机械制造公司;AL电子分析天平:南京苏测计量仪器有限公司;YM75B型立式高压灭菌锅:上海精胜科学仪器有限公司;250 mL玻璃酒精计:徐州佳业玻璃制品有限公司。

### 1.3 方法

#### 1.3.1 工艺流程

莲藕分选→清洗→去藕节→打浆→胶磨→双酶协联糖化→调整pH值、氮源→低温发酵→酒脚分离得莲藕发酵原酒→澄清处理→贮藏得莲藕酒

#### 1.3.2 澄清剂的制备方法

1)卡拉胶溶液制备:将称量好的卡拉胶放入容器中,置于75℃温水中恒温搅拌0.5h即可得所需溶液。

2)硅藻土溶液制备:将称量好的硅藻土放入容器中,加蒸馏水静置24h使其充分吸水膨胀即可得所需溶液。

3)皂土溶液制备:将称量好的皂土放入容器中,置于60℃~75℃温水中搅拌40min~60min,静置24h后即可得所需溶液。

4)壳聚糖溶液制备:将称量好的壳聚糖放入容器中,按照壳聚糖:柠檬酸为4:5(g/mL)加入柠檬酸后,

加水搅拌即可得所需溶液。

#### 1.3.3 测定指标及方法

总糖量、残糖量:参照GB/T 15038-2006《葡萄酒、果酒通用分析方法》<sup>[14-15]</sup>采用斐林试剂滴定法;总酸量:采用酸碱滴定法<sup>[14-15]</sup>;酒精度:采用酒精计法<sup>[14-15]</sup>;透光度(T):在680nm下以蒸馏水作空白,用721G型可见分光光度计测定透光度。

#### 1.3.4 单一澄清剂试验方法

卡拉胶澄清处理:取莲藕发酵原酒100mL共7份,依次加入0.05、0.1、0.15、0.2、0.25、0.3、0.35g/L的卡拉胶溶液;硅藻土澄清处理:取莲藕发酵酒100mL共7份,依次加入0.25、0.3、0.35、0.4、0.45、0.5、0.55g/L的硅藻土溶液;皂土澄清处理:取莲藕发酵酒100mL共7份,依次加入0.85、0.9、0.95、1.0、1.05、1.1、1.15g/L的皂土溶液;壳聚糖澄清处理:取莲藕发酵酒100mL共7份,依次加入0.15、0.2、0.25、0.3、0.35、0.4、0.45g/L的壳聚糖溶液。加入澄清剂后,摇匀,在18℃时,静置7d后,10000r/min离心5min,取上清液测透光率。

#### 1.3.5 复合澄清剂添加量对澄清效果的影响

在单一澄清剂的试验基础上,选择壳聚糖+皂土复合添加量为0.1g/L+0.6g/L、0.15g/L+0.7g/L、0.2g/L+0.8g/L、0.25g/L+0.9g/L、0.3g/L+1.0g/L,依次加入到5份100mL莲藕发酵原酒中,摇匀,在18℃时,静置7d后,10000r/min离心5min,取上清液测透光率。

#### 1.3.6 冷处理温度对澄清效果的影响

取100mL莲藕原酒5份,分别在-15、-10、-5、0、5℃下,静置5d后,10000r/min离心5min,取上清液测透光率。

#### 1.3.7 澄清时间对澄清效果的影响

取100mL莲藕原酒5份,依次加入壳聚糖和皂土量为0.25g/L+0.9g/L,在18℃时,分别静置1、3、5、7、9d后,10000r/min离心5min,取上清液测透光率。

#### 1.3.8 离心机转速对澄清效果的影响

取100mL莲藕原酒5份,在-5℃下,静置5d后,分别在4000、6000、8000、10000、12000r/min离心5min,取上清液测透光率。

#### 1.3.9 正交试验

在单因素试验结果的基础上,采用正交试验进一步优化莲藕酒的澄清工艺。以复合澄清剂添加量(A)、澄清时间(B)、冷处理温度(C)、离心机转速(D)为4个因素,每个因素选取3个水平,各个因素选取水平时,兼顾考虑生产过程中的成本控制问题。采用 $L_9(3^4)$ 正交试验因素水平表。正交试验因素水平见表1。

表 1 因素水平表

Table 1 Factors and levels of orthogonal experiment

水平	因素			
	A 复合澄清剂添加量/(g/L)	B 冷处理温度/°C	C 澄清时间/d	D 离心机转速/(r/min)
1	0.15+0.7	-10	3	4 000
2	0.20+0.8	-5	5	6 000
3	0.25+0.9	0	7	8 000

2 结果与分析

2.1 莲藕原酒的主要理化及感官指标

在 18 °C 时,测得莲藕原酒各项理化指标见表 2。

表 2 莲藕酒主要理化指标

Table 2 The physical and chemical indicators of lotus wine

透光率/ %	酒精度/ %vol	总酸/ (g/L)	残糖/ (g/L)	色泽	香气	口感
73.9	11.9	5.78	12.3	金黄色	和谐	醇厚,爽口

2.2 单一澄清剂对莲藕酒澄清效果影响

卡拉胶、硅藻土、皂土、壳聚糖对莲藕酒透光率的影响,见图 1、图 2、图 3、图 4。

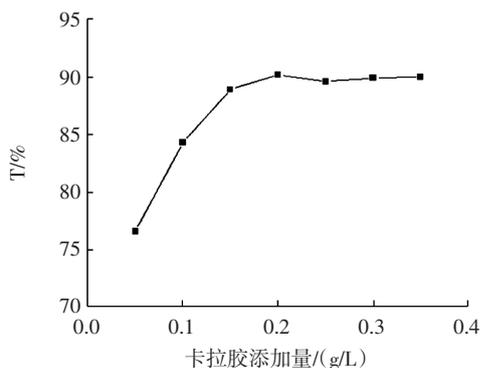


图 1 卡拉胶澄清效果

Fig.1 Effect of carrageenan to clarify

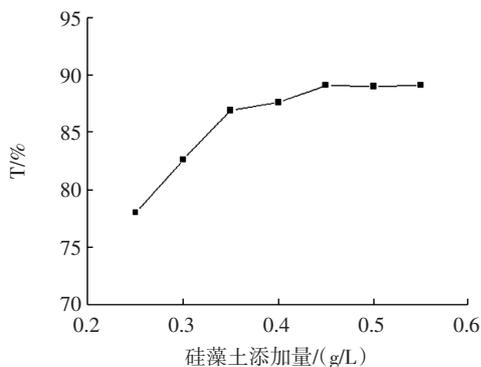


图 2 硅藻土澄清效果

Fig.2 Effect of diatomite to clarify

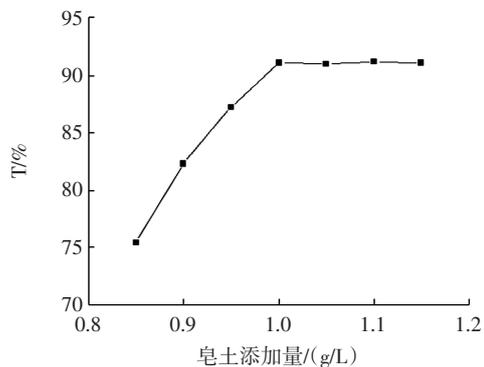


图 3 皂土澄清效果

Fig.3 Effect of bentonite to clarify

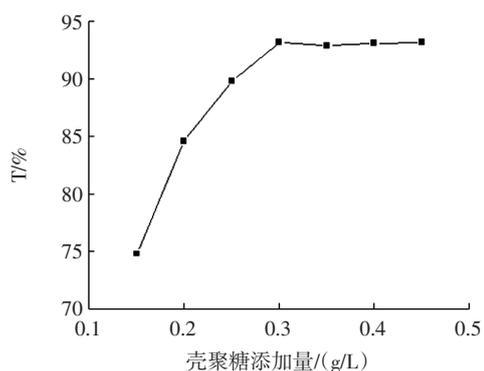


图 4 壳聚糖澄清效果

Fig.4 Effect of chitosan to clarify

由图 1、图 2、图 3、图 4 可以看出,皂土的添加量为 1.0 g/L 时与壳聚糖添加量为 0.3 g/L 时对莲藕酒的澄清效果最明显,透光率最大值分别达到 91.1 % 和 93.2 %,且壳聚糖是单一澄清剂澄清效果最好的。因此选取这两种澄清剂组成复合澄清剂进一步进行探索。

2.3 复合澄清剂添加量对莲藕酒澄清效果的影响

壳聚糖+皂土复合澄清剂澄清效果见图 5。

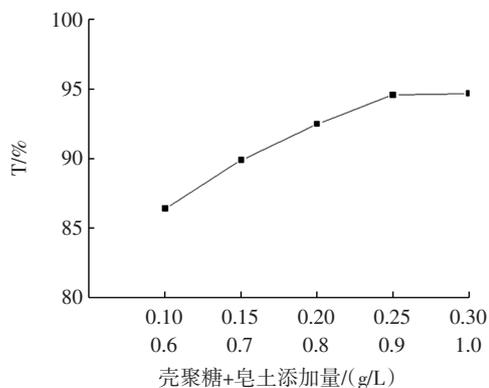


图 5 壳聚糖+皂土复合澄清剂澄清效果

Fig.5 Effect of chitosan and bentonite of compound clarifier to clarify

从图 5 可以看出,壳聚糖和皂土复合澄清剂使用

效果明显优于单一澄清剂使用效果,对莲藕酒的澄清效果提高显著。当壳聚糖+皂土的添加量为 0.25 g/L+0.9 g/L 时,透光率达到最大值为 94.6 %。

### 2.4 冷处理温度对莲藕酒澄清效果的影响

冷处理澄清效果见图 6。

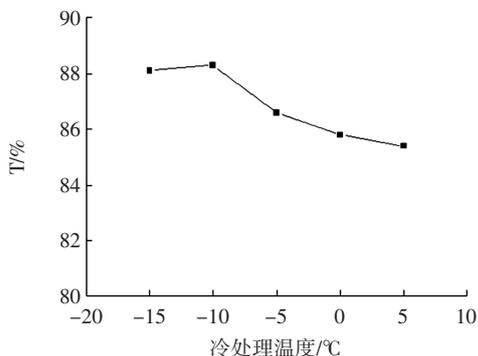


图 6 冷处理澄清效果

Fig.6 Effect of cold-treatment to clarify

从图 6 可以看出,单一冷处理可显著改善莲藕酒的澄清度,当冷处理温度为-10 °C 时,透光率达到了最大值 88.3 %,澄清效果最佳。

### 2.5 澄清时间对莲藕酒澄清效果的影响

澄清时间对莲藕酒透光率影响见图 7。

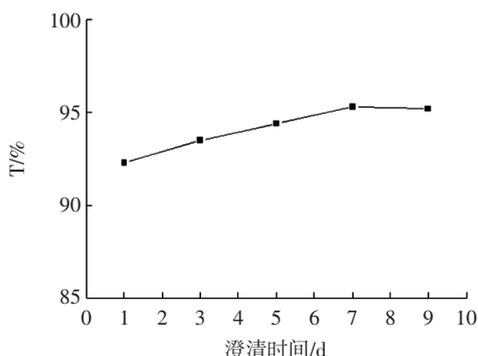


图 7 澄清时间对莲藕酒透光率影响

Fig.7 Clarification time impact luminousness of wine

从图 7 可以看出,壳聚糖+皂土的添加量为 0.25 g/L+0.9 g/L 时,澄清 1 d 后澄清度就有显著提高,之后透光率一直缓慢有所增加,到 7 d 后基本不变,且达到最大透光率为 95.3 %。

### 2.6 离心机转速对莲藕酒澄清效果的影响

离心机转速对莲藕酒透光率影响见图 8。

从图 8 可以看出,随着离心机转速的提高,澄清度显著提高,当转速达到 8 000 r/min 后,透光率都大于 95 %,但变化不大。

### 2.7 莲藕酒澄清工艺优化

为确定澄清工艺的最佳条件,在单因素试验基础上,进行正交试验,对复合澄清剂添加量、冷处理温度、

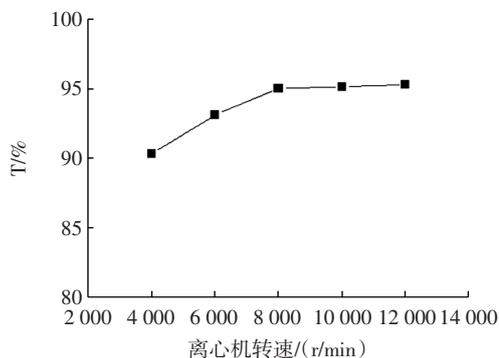


图 8 离心机转速对莲藕酒透光率影响

Fig.8 Speed impact luminousness of wine

澄清时间、离心机转速等 4 个因素,设置不同水平进行研究。因素水平表见表 1,正交试验结果见表 3。

表 3 正交试验结果

Table 3 The result of orthogonal experiment

试验序号	A	B	C	D	T/%
1	1	1	1	1	91.2
2	1	2	2	2	94.5
3	1	3	3	3	90.9
4	2	1	2	3	96.1
5	2	2	3	1	95.3
6	2	3	1	2	90.7
7	3	1	3	2	96.4
8	3	2	1	3	92.8
9	3	3	2	1	93.7
k <sub>1</sub>	92.2	94.6	91.6	93.4	
k <sub>2</sub>	94.0	94.2	94.8	93.9	
k <sub>3</sub>	94.3	91.8	94.2	93.3	
极差	2.1	2.8	3.2	0.6	
优方案	A <sub>3</sub>	B <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	D <sub>2</sub>	

由表 3 可知,4 个因素对莲藕酒澄清效果的影响主次顺序为:C>B>A>D,即澄清时间>冷处理温度>复合澄清剂添加量>离心机转速,最优方案为 A<sub>3</sub>B<sub>1</sub>C<sub>2</sub>D<sub>2</sub>,即复合澄清剂添加量为 0.25 g/L+0.9 g/L,冷处理温度为-10 °C,澄清时间为 5 d,离心机转速为 6 000 r/min。经验证性试验发现在最佳固定化工艺条件下,莲藕酒澄清透光率为最大值且为 97.1 %,并在该最佳条件下进行了 9 次重复试验,其中标准偏差为 0.42 %。为了确定这 4 个因素对试验结果的影响显著性,进一步对正交试验结果进行方差分析,结果见表 4。

由表 4 可知,冷处理温度、澄清时间这 2 个因素对莲藕酒的澄清效果的影响达到显著水平,而复合澄清剂添加量和离心机转速则未达到显著水平,这与直观分析相符。

表4 正交试验的方差分析

Table 4 Variance analysis of the orthogonal experiment

方差来源	偏差平方和	自由度	F值	F临界值	显著性
复合澄清剂添加量	7.842	2	0.788	4.460	
冷处理温度	13.896	2	1.396	4.460	*
澄清时间	17.496	2	1.757	4.460	*
离心机转速	0.596	2	0.060	4.460	
误差	39.83	8			

注:\*表示达到显著水平。

### 3 结论

试验探索了一种莲藕酒澄清工艺的最佳条件。其最佳澄清工艺条件为:复合澄清剂(壳聚糖+皂土)添加量为(0.25 g/L+0.9 g/L),冷处理温度为-10℃,澄清时间为5 d,离心机转速为6 000 r/min,在此条件下,经验证性试验得出莲藕酒澄清的透光率为最大值,达到(97.1±0.42)%,酒精度为11.1%vol,总糖含量为16 g/L,总酸为4.35 g/L,酒体呈金黄色,澄清透明,酒香纯正,丰满醇厚,酸甜协调。

### 参考文献:

[1] 夏文水,姜启兴,张家骊,等.莲藕方便食品加工技术的研究[J].食品与机械,2007,23(1): 140-142

- [2] 尹祖先,庄志发,高保生,等.睡莲酒及其工艺的研究[J].中国酿造,1993(4): 30-35
- [3] 张长贵,董加宝,王祯旭,等.莲藕的营养保健功能及其开发利用[J].中国食物与营养,2006(1): 22-24
- [4] 朱定和,夏文水.莲藕食品的加工现状与发展[J].食品科技,2002,23(8): 99-100
- [5] 仇立亚.莲藕褐变生理及加工关键技术的研究[D].扬州:扬州大学,2008
- [6] 李宁,郁志芳,赵友兴,等.莲藕多酚氧化酶的酶学特性[J].江苏农业学报,2002,18(1): 63-64
- [7] 郁志芳,赵友兴,李宁,等.鲜切莲藕酶促褐变底物的分析确定[J].食品科学,2002,23(4): 41-44
- [8] 薛桂新,王海松.苹果梨酒澄清剂及澄清条件的研究[J].酿酒科技,2009(11): 62-64
- [9] 左映平,孙国勇.澄清剂在果酒中的应用研究进展[J].安徽农业科学,2012,40(34): 16809-16811
- [10] 邓学良,周文化,付希,等.壳聚糖在草莓果酒澄清中的应用研究[J].中国酿造,2009(12): 83-85
- [11] 蒋立文,李娟,谭雅菲,等.桑椹果酒澄清工艺及色度变化的研究[J].食品工业科技,2009,130(1): 249-251
- [12] 赵静,刘学文,宋娜,等.冬枣果酒的澄清技术研究[J].中国酿造,2009(2): 127-128
- [13] 武庆尉,刘伟.枣酒澄清剂的选择[J].酿酒科技,2004(2): 82-83
- [14] 范玉婷,王学英.桑葚果酒酿造工艺研究[J].河南科技,2016(3): 123-125
- [15] 李坤娜.基于模糊综合评判-响应面分析的苹果酒发酵工艺参数优化[J].内蒙古科技与经济,2018(2): 89-91

收稿日期:2018-10-13

人民有信仰，  
民族有希望，  
国家有力量。