

澄清工艺对地参发酵酒澄清效果及品质的影响

Influences of clarification technology on clarification effect and quality of the fermented wine with *Lycopus lucidus* Turcz

黄小兰¹ 何旭峰¹ 周祥德¹

HUANG Xiao-lan¹ HE Xu-feng¹ ZHOU Xiang-de¹

伍蓉¹ 熊双¹ 杨勤²

WU Rong¹ XIONG Shuang¹ YANG Qin²

(1. 重庆市万州食品药品检验所, 重庆 404100; 2. 重庆三峡医药高等专科学校中医学院, 重庆 404100)

(1. Chongqing Wanzhou Food and Drug Inspection Institute, Chongqing 404100, China;

2. Chongqing Three Gorges Medical College Traditional Chinese Medicine, Chongqing 404100, China)

摘要:目的:找到地参发酵酒的最佳澄清方法,提升其产品品质。方法:采用明胶澄清法、皂土澄清法、壳聚糖澄清法、热处理法、膜过滤法和不同温度静置澄清法处理地参发酵酒,以浊度、色度和透光率作为澄清效果的评价指标,结合酒精度、总酸含量、总糖含量、咖啡酸含量、迷迭香酸含量和感官评分等品质指标,筛选出最佳澄清方式及相关参数。结果:采用 70 ℃ 水浴热处理 20 min 后,地参发酵酒澄清度最好,浊度仅为 1.19 EBC,透光率可达 95.8%,感官评分最高为 88.9 分,可溶性固形物含量为 8.02%,且澄清前后酒精度、总酸含量、总糖含量、咖啡酸含量、迷迭香酸含量变化较小。同时热处理后的地参发酵酒在存放过程中无复浑现象,稳定性好。结论:经热处理后的地参发酵酒呈橘红色,光泽透明,无异味,口感良好,品质稳定。

关键词:地参发酵酒;澄清方式;澄清剂;热处理

Abstract: **Objective:** This study aimed to find the best clarifying method of fermented wine by using *L. lucidus* Turcz and improve its quality and stability. **Methods:** The gelatin clarification method, bentonite clarification method, chitosan clarification method, heat treatment method, membrane filtration method and static clarification at different temperatures were used to treat the wine fermented with *L. lucidus* Turcz. As an evaluation index for the clarification effect, the best clarification method and related parameters were selected by combining turbidity, color, light

transmittance, the content of alcohol, total acid, total sugar, caffeic acid and rosmarinic acid, and sensory scores. **Results:** The results showed that, after 70 ℃ water bath heat treatment for 20 min, the wine fermented with *L. lucidus* had the best clarity, with a turbidity of only 1.19 EBC and a light transmittance of 95.8%. The highest sensory score was 88.9 points, and the soluble solid content was 8.02%. The content of alcohol, total acid, total sugar, caffeic acid and rosmarinic acid had little change after the clarification. Moreover, the fermented wine in the present study had no turbidity during storage and showed good stability after heat treatment. **Conclusion:** After heat treatment, the fermented wine of *L. lucidus* Turcz is orange-red, transparent, odorless, good taste, and stable quality.

Keywords: fermented wine of *Lycopus lucidus* Turcz; clarification method; clarification agent; heat treatment

地参(*Lycopus lucidus* Turcz)为唇形科植物地笋多年生草本植物的干燥根茎,因其形状、营养与人参相似而得名,又名虫草参^[1],属药食两用植物,主要分布在中国山东、云南、四川、重庆等地^[2]。地参味甘而辛,性温,无毒,具有活血通经、养阴生津、益气养血等功效,常用于治疗热病伤津、心烦口渴、产后瘀血、水肿等症^[3]。现代研究^[4-5]表明,地参中含有多种活性成分,包括酚酸类、黄酮类、三萜类和多糖类,具有抗氧化、降血糖血脂、增强免疫力和抗肿瘤等作用。

地参发酵酒是以地参和糯米为原料,按比例混合蒸熟,拌入酒曲,经发酵而制得的保健酒,具有酒精度低、营养丰富、清爽适口等诸多特点。此酒在常规分离滤渣后存在酒体混浊现象,严重影响了地参发酵酒的感官品质。

目前对于发酵酒类产品的澄清方式一般有澄清剂

基金项目:重庆市教育委员会科学技术研究项目(编号: KJQN202002712);重庆市万州区科技创新项目(编号: wzstc-2020077)

作者简介:黄小兰(1986—),女,重庆市万州食品药品检验所工程师,硕士。E-mail: 534832723@qq.com

收稿日期:2021-12-18 **改回日期:**2022-03-09

法、热处理法、膜分离法等^[6-9]。澄清剂法^[6]是利用大部分澄清剂的带电性,吸附酒体中相反电荷的杂质粒子,使其絮凝沉淀,常用的澄清剂主要有明胶、皂土、壳聚糖、果胶酶和蛋清等^[6-7];热处理法^[9]是通过加热使酒液中的蛋白质等大分子物质凝结沉淀,此法操作简单,具有一定的灭菌作用;膜分离法^[10]主要是以选择透过性膜作为分离介质,通过施加压力使得原料侧组分有选择性地透过膜,不仅具有分离澄清效果,且兼具消毒杀菌作用。研究拟以浊度、色度和透光率作为澄清效果评价指标,结合酒精度、总酸含量、总糖含量、可溶性固形物含量、咖啡酸含量、迷迭香酸含量和感官评分等品质指标,综合比较澄清剂法、膜过滤法、热处理法和不同温度静置澄清法的澄清效果,结合稳定性试验确定最佳澄清方法,以期改善地参发酵酒的稳定性。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

地参发酵酒:实验室自制;

水溶性壳聚糖:食品级,郑州超凡化工有限公司;

食用明胶:冻力 200,上海鑫泰食品配料商城;

皂土粉末:食品级,烟台帝伯仕自酿机有限公司;

咖啡酸:批号 5992006,纯度 $\geq 99.8\%$,坛墨质检标准物质中心;

迷迭香酸:批号 LY0648,纯度 $\geq 90.5\%$,中国食品药品检定研究院;

其他试剂均为国产分析纯;

纯净水:华润怡宝饮料(中国)有限公司。

1.2 仪器与设备

全自动啤酒饮料分析测定仪:Acolyzer Beer ME 型,含 DMA 4500M 型密度计,HazeQC Me 型浊度仪,含 Xsample 122 型自动进样器,安东帕(上海)商贸有限公司;

双光束紫外可见分光光度计:TU-1901 型,北京普析通用仪器有限责任公司;

高效液相色谱仪:LC-20AT 型,日本岛津公司;

百分之一天平:PL602E 型,梅特勒—托利多仪器(上海)有限公司;

十万分之一电子天平:MSE225S-CE-DU 型,德国 Sartorius 公司;

折光率仪:RX40 型,梅特勒—托利多仪器(上海)有限公司;

高速离心机:4-16S 型,德国 Sigma 公司。

1.3 试验方法

1.3.1 澄清剂的配制

(1) 10%明胶冻:称取 10 g 明胶,加入 90 mL 纯净水搅拌溶解,浸泡 24 h 备用。

(2) 10%壳聚糖溶液:称取 10 g 壳聚糖,加入 90 mL 纯净水搅拌溶解,浸泡 24 h 备用。

(3) 10%皂土悬浮液:称取 10 g 皂土,加入 90 mL,50 ℃的热纯净水搅拌溶解,浸泡 24 h 备用。

1.3.2 地参发酵酒的澄清方法

(1) 澄清剂法:取 50 mL 地参发酵酒分于离心管中,分别添加 10%明胶冻(添加量分别为 0.1,0.2,0.3,0.4,0.5,0.6,1.0 g/L)、10%壳聚糖溶液(添加量分别为 0.2,0.4,0.6,0.8,1.0,1.2,1.4 g/L)、10%皂土悬浮液(添加量分别为 0.2,0.4,0.6,0.8,1.0,1.2,1.4 g/L),搅拌均匀,静置 24 h,离心,取上清液测定相关指标。

(2) 热处理法:取 50 mL 地参发酵酒分于离心管中,70 ℃水浴分别加热 10,15,20,25,30 min,冷却,离心,取上清液测定指标。

(3) 膜过滤法:分别采用孔径为 0.22,0.45 μm 的微孔滤膜抽滤地参发酵酒,弃去初滤液,取续滤液测定指标。

(4) 不同温度静置澄清法:取 50 mL 地参发酵酒分于离心管中,于室温(20 ℃)、冷藏(4 ℃)、冷冻(-10 ℃)条件下放置 7 d,离心,取上清液测定指标。

1.3.3 指标测定

(1) 色度、浊度、酒精度:取 30 mL 处理后的地参发酵酒,采用全自动啤酒饮料分析仪直接测定。

(2) 透光率:采用分光光度法^[11],修改检测波长为 750 nm。

(3) 总酸、总糖含量:根据 GB/T 15038—2006。

(4) 可溶性固形物含量:根据文献^[12]。

(5) 酚酸(咖啡酸、迷迭香酸)含量:参照黄小兰等^[13]的方法并修改。以咖啡酸、迷迭香酸为标准品,标准曲线的回归方程分别为咖啡酸 $Y = 33\ 401X - 2\ 735$ ($r = 0.998\ 8$),迷迭香酸 $Y = 15\ 074X - 5\ 438$ ($r = 0.999\ 9$),同时取处理后的地参发酵酒上机测定峰面积,代入标准曲线计算咖啡酸和迷迭香酸含量。

(6) 感官评价:参照 GB/T 15038—2006,选择 10 位具有一定品酒知识和能力的人员组成感官评价小组,按表 1 分别对地参发酵酒的外观色泽、香气、口感和典型性进行评分,取平均值。

1.3.4 稳定性试验 取 100 mL 澄清后的地参发酵酒,装入密闭容器内于室温下分别静置 0,1,10,30,60,90 d,并按式(1)计算浊度增幅。

$$\Delta T = \frac{T_b - T_a}{T_a} \times 100\%, \quad (1)$$

式中:

ΔT ——浊度增幅,%;

T_b ——静置后的浊度,EBC;

T_a ——静置前的浊度,EBC。

1.4 数据处理

采用 Excel 2007 软件进行试验数据处理,结果以 3 次重复处理的平均值 $\pm SD$ 表示。

表 1 地参发酵酒感官评分标准

Table 1 The sensory scale for the fermented wine of *L. lucidus*

指标	评分标准	分值
外观色泽 (20 分)	酒色呈橘红色,光泽透明,无絮状物	15~20
	酒色较淡,少许光泽欠透明,少量絮状物	10~15
	酒色呈深红色,酒体浑浊无光泽,大量絮状物	0~10
香气 (30 分)	有米酒特有的醇香和地参香气,无异味	20~30
	地参药材味较浓,酒香一般,无异味	10~20
	香与酒香气味较淡,有腐败味	0~10
口感 (30 分)	口感清甜纯正,和谐爽口	20~30
	甜度适中,略有酸味,口感较佳	10~20
	味道寡淡,酸味较重,口感较差	0~10
典型性 (20 分)	独特的地参、米酒风味,具有典型性	15~20
	风格典型不明显,口味适宜	10~15
	无风味,缺乏典型性	0~10

2 结果与分析

2.1 明胶添加量对地参发酵酒品质的影响

由表 2 可知,经明胶处理后,地参发酵酒的浊度、色度、透光率、咖啡酸含量、迷迭香酸含量和感官评分与对照相比均有显著差异($P<0.05$)。随着明胶添加量的增加,地参发酵酒的浊度和色度呈先下降后升高的趋势,当

明胶添加量为 0.5 g/L 时,浊度最低为 3.62 EBC,色度为 16.10 EBC,相对应的透光率达到最大为 93.3%,地参酒逐渐变得光泽透明,整体感官评分升高,主要是因为明胶在水中分散后带电,可絮凝大分子物质形成沉淀,再与其他浑浊物凝聚共沉从而使酒液澄清^[14]。而随着明胶添加量的继续提高,地参发酵酒的浊度、色度反而呈上升趋势,可能是因为过量的明胶产生了自身絮凝现象,导致酒体再次浑浊^[15],此时酒体颜色变淡,口感较差,感官评分下降。咖啡酸和迷迭香酸含量随明胶添加量的增加略有下降,但幅度不明显;而酒精度、总酸含量、总糖含量和可溶性固形物含量几乎不受明胶添加量的影响,与赵慧君等^[16]和邓星星等^[17]的结果一致。综上,若采用明胶作为地参发酵酒澄清剂,添加量为 0.5 g/L 时效果最佳。

2.2 壳聚糖添加量对地参发酵酒品质的影响

由表 3 可知,壳聚糖添加量对地参发酵酒的浊度、色度、透光率、咖啡酸含量、迷迭香酸含量和感官评分影响显著($P<0.05$),当壳聚糖添加量为 0.8 g/L 时,浊度最低为 5.82 EBC,色度为 14.49 EBC,透光率达到最大为 93.8%,感官评分为 84.5。壳聚糖是一种阳离子絮凝剂,具有无毒无味、可降解的特性,能与纤维素、蛋白质等带负电荷物质凝聚沉淀^[18],进而达到澄清效果。但当壳聚糖过量时,其本身的增稠作用体现出来,溶解于酒体后形成了相对稳定的絮凝体系,而酒体再次浑浊^[19]。同时,壳

表 2 明胶添加量对地参发酵酒品质的影响[†]

Table 2 Effect of gelatin dosage on the fermented wine of *L. lucidus* ($n=3$)

明胶添加量/ (g · L ⁻¹)	酒精度/ (%vol)	浊度/EBC	色度/EBC	透光率/%	咖啡酸含量/ (mg · L ⁻¹)
0.0	10.36±0.02	13.11±0.26 ^a	20.37±0.04 ^a	73.0±0.68 ^a	46.19±0.15 ^a
0.1	10.38±0.04	10.00±0.20 ^c	18.84±0.11 ^b	79.2±0.25 ^e	46.00±0.23 ^a
0.2	10.37±0.03	7.78±0.13 ^d	17.85±0.13 ^d	83.4±0.13 ^d	46.04±0.06 ^a
0.3	10.36±0.03	5.68±0.62 ^e	16.98±0.07 ^d	85.6±0.07 ^c	45.83±0.27 ^a
0.4	10.36±0.08	3.73±0.04 ^f	16.15±0.25 ^{ef}	92.6±0.15 ^b	45.41±0.08 ^b
0.5	10.35±0.02	3.62±0.11 ^f	16.10±0.09 ^f	93.3±0.39 ^a	45.77±0.10 ^a
0.6	10.33±0.04	4.06±0.15 ^f	16.23±0.18 ^e	92.5±0.18 ^b	45.58±0.09 ^b
1.0	10.26±0.01	10.87±0.13 ^b	18.63±0.07 ^c	78.2±0.27 ^f	45.22±0.08 ^b

明胶添加量/ (g · L ⁻¹)	迷迭香酸含量/ (mg · L ⁻¹)	总酸含量/ (g · L ⁻¹)	总糖含量/ (g · L ⁻¹)	可溶性固形 物含量/%	感官评分
0.0	31.22±0.27 ^a	2.48±0.02	13.87±0.04	8.15±0.02	73.0±2.67 ^g
0.1	29.21±0.14 ^b	2.55±0.03	13.42±0.06	8.09±0.03	78.3±2.04 ^f
0.2	29.48±0.13 ^b	2.48±0.02	13.33±0.05	8.09±0.02	80.4±1.06 ^d
0.3	29.48±0.08 ^b	2.48±0.04	13.33±0.04	8.09±0.01	85.0±1.11 ^c
0.4	29.20±0.07 ^b	2.40±0.02	13.16±0.04	8.09±0.03	87.4±1.20 ^b
0.5	28.96±0.14 ^c	2.40±0.03	13.16±0.06	8.02±0.02	88.5±0.86 ^a
0.6	28.94±0.14 ^c	2.40±0.02	13.21±0.03	8.02±0.01	79.1±0.99 ^e
1.0	28.64±0.11 ^c	2.40±0.01	13.21±0.02	8.09±0.04	67.2±1.15 ^b

[†] 同列字母不同表示差异显著($P<0.05$)。

聚糖添加量对乙醇(酒精度)、咖啡酸和迷迭香酸表现出了轻微的吸附作用,对总酸、总糖和可溶性固形物含量无明显影响。综上,若采用壳聚糖作为地参发酵酒澄清剂,添加量为 0.8 g/L 时效果较优。

2.3 皂土添加量对地参发酵酒品质的影响

由表 4 可知,经皂土处理后,除酒精度、总酸含量、总糖含量和可溶性固形物含量外,其余指标与对照相比均有显著差异($P<0.05$)。随着皂土添加量的增加,地参发酵酒的浊度和色度呈下降趋势,当皂土添加量为 1.0 g/L 时,浊度最低为 9.34 EBC,色度为 18.75 EBC,透光率达到最大为 82.5%。皂土是由硅酸盐组成的无机矿物凝胶,在水中形成带负电荷的胶体悬浮液,通过吸附絮凝酒液中带正电荷的浑浊物质发生共沉,从而使酒体澄清^[15]。皂土对酒精度、总酸含量、总糖含量、咖啡酸含量、迷迭香酸含量和可溶性固形物含量的影响规律与明胶类似,但对地参酒感官评分特别是颜色的影响较大,随着添加量的增加,酒体颜色由橘红色变为微黄色,味道也较寡淡。综上,若采用皂土作为地参发酵酒澄清剂,添加量为 1.0 g/L 时效果较好,但整体澄清效果不及明胶和壳聚糖。

2.4 加热时间对地参发酵酒品质的影响

地参发酵酒经热处理可使酒体中蛋白质凝固析出,冷却时形成沉淀,达到澄清的目的;同时可产生保护性胶体,增强其稳定性;热处理还可以使酵母、细菌等微生物失活,酶促反应趋于稳定;但是热处理也会对酒体风味产

生不利影响^[12],因此热处理的温度和时间必须合理。由表 5 可知,地参发酵酒的浊度、色度、透光率和感官评分与对照相比差异显著($P<0.05$)。当加热时间为 10 min 时,浊度、色度处于较高水平,当加热时间为 15 min 时,浊度发生陡降,透光率急剧升高,而后随着加热时间的继续延长,浊度和透光率变化不明显,在 20 min 后趋于稳定,此时,浊度为 1.19 EBC,透光率为 95.8%,色度和可溶性固形物含量的变化虽然没有浊度和透光率剧烈,但规律一致。热处理时间对酒精度、咖啡酸含量、迷迭香酸含量、总酸含量和总糖含量无影响,但对感官评分的影响较大,随着热处理时间的延长,酒体外观色泽、典型性变化不明显,当热处理时间 >25 min 时,酒体出现氧化味,且口感较差。因此,采用 70 ℃水浴加热 20 min 处理效果最佳。

2.5 静置温度及过滤澄清方式对地参发酵酒品质的影响

由表 6 可知,随着静置温度的下降,残留于酒中的蛋白质、死酵母和其他有机物溶解度降低,从而使浊度和色度下降,透光率提高,起到一定的澄清作用,但整体效果不如澄清剂法和热处理方法。而膜过滤法的澄清效果是所有澄清方式中效果最好的,不同孔径下浊度均 <1 EBC,透光率 $>97.0\%$,且乙醇(酒精度)、咖啡酸含量、迷迭香酸含量、总酸含量和总糖含量几乎无损失,所以是一种良好的澄清方式。但膜过滤后酒体色度下降,颜色偏淡,且膜过滤技术的设备造价、使用和维护成本较高,在乳制品行业应用中更广泛^[13]。

表 3 壳聚糖添加量对地参发酵酒品质的影响[†]

Table 3 Effects of chitosan dosage on the fermented wine of *L. lucidus* ($n=3$)

壳聚糖添加量/ (g · L ⁻¹)	酒精度/ (%vol)	浊度/EBC	色度/EBC	透光率/%	咖啡酸含量/ (mg · L ⁻¹)
0.0	10.36±0.02 ^a	13.11±0.26 ^b	20.37±0.04 ^a	73.0±0.68 ^f	46.19±0.15 ^a
0.2	10.23±0.07 ^a	14.03±0.05 ^a	19.30±0.15 ^b	81.3±0.11 ^e	44.42±0.13 ^b
0.4	10.09±0.03 ^b	13.78±0.10 ^a	19.04±0.09 ^b	84.4±0.15 ^d	43.78±0.28 ^c
0.6	9.97±0.09 ^b	11.36±0.06 ^c	16.57±0.07 ^c	87.7±0.09 ^c	42.97±0.06 ^d
0.8	9.87±0.03 ^b	5.82±0.05 ^f	14.49±0.08 ^e	93.8±0.18 ^a	42.33±0.17 ^e
1.0	10.01±0.04 ^b	7.36±0.04 ^e	15.77±0.11 ^d	90.7±0.06 ^b	42.97±0.14 ^d
1.2	9.99±0.03 ^b	9.78±0.07 ^d	16.04±0.14 ^{cd}	88.4±0.14 ^c	42.78±0.16 ^{de}
壳聚糖添加量/ (g · L ⁻¹)	迷迭香酸含量/ (mg · L ⁻¹)	总酸含量/ (g · L ⁻¹)	总糖含量/ (g · L ⁻¹)	可溶性固形 物含量/%	感官评分
0.0	31.22±0.27 ^a	2.48±0.02	13.87±0.04	8.15±0.02	73.0±2.67 ^e
0.2	29.52±0.10 ^b	2.40±0.02	13.64±0.19	8.15±0.04	79.3±1.56 ^c
0.4	29.05±0.05 ^b	2.48±0.07	13.77±0.12	8.09±0.06	82.2±0.98 ^b
0.6	28.53±0.16 ^c	2.40±0.09	13.87±0.05	8.02±0.01	82.0±1.19 ^b
0.8	28.10±0.27 ^c	2.52±0.03	13.91±0.07	7.89±0.03	84.5±1.08 ^a
1.0	28.53±0.13 ^c	2.43±0.12	14.34±0.03	7.96±0.04	79.2±2.31 ^c
1.2	28.35±0.21 ^c	2.40±0.05	14.10±0.16	7.96±0.02	75.1±1.56 ^d

† 同列字母不同表示差异显著($P<0.05$)。

2.6 不同澄清方法的稳定性

发酵类产品在存放过程中易发生有机物氧化变质,再次出现浑浊现象,造成品质下降^[22]。由表 7 可知,使用澄清剂法的酒液浊度随静置时间的延长均有回升($P<0.05$),当静置时间为 30 d 时,增幅较大,而后又是一个缓慢

上升的过程,其中添加皂土的增幅最大为 21.84%,其次为壳聚糖。而热处理的浊度值随静置时间的延长几乎无变化,可能是热处理已使酒液中的氧化酶失活,存放过程中不易发生氧化反应,而澄清剂法只是从物理层面吸附了大分子物质,酶活力未受到破坏,所以稳定性较差。

表 4 皂土添加量对地参发酵酒品质的影响[†]

Table 4 Effect of bentonite dosage on the fermented wine of *L. lucidus* ($n=3$)

皂土添加量/ ($\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)	酒精度/ (%vol)	浊度/EBC	色度/EBC	透光率/%	咖啡酸含量/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)
0.0	10.36±0.02	13.11±0.26 ^a	20.37±0.04 ^a	73.0±0.68 ^f	46.19±0.15 ^a
0.2	10.36±0.03	10.71±0.13 ^c	19.57±0.16 ^b	78.4±0.37 ^d	44.01±0.16 ^b
0.4	10.33±0.08	10.10±0.20 ^d	19.22±0.04 ^c	79.3±0.25 ^c	44.85±0.17 ^b
0.6	10.29±0.01	9.83±0.05 ^e	19.05±0.13 ^d	81.3±0.43 ^b	44.71±0.09 ^b
0.8	10.27±0.07	9.73±0.02 ^e	19.01±0.32 ^d	81.4±0.32 ^b	44.61±0.23 ^b
1.0	10.25±0.02	9.34±0.04 ^f	18.75±0.41 ^e	82.5±0.19 ^a	44.50±0.06 ^b
1.2	10.33±0.05	10.23±0.22 ^d	19.57±0.10 ^b	78.4±0.28 ^d	44.41±0.11 ^b
1.4	10.37±0.04	11.50±0.21 ^b	19.50±0.12 ^b	77.7±0.14 ^e	44.14±0.05 ^b
皂土添加量/ ($\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)	迷迭香酸含量/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	总酸含量/ ($\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)	总糖含量/ ($\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)	可溶性固形 物含量/%	感官评分
0.0	31.22±0.27 ^a	2.48±0.02	13.87±0.04	8.15±0.02	73.0±2.67 ^f
0.2	28.95±0.13 ^c	2.40±0.06	13.96±0.14	8.09±0.01	75.2±1.29 ^e
0.4	29.64±0.07 ^b	2.43±0.04	13.87±0.14	8.09±0.02	78.7±1.41 ^d
0.6	29.54±0.13 ^b	2.40±0.13	13.77±0.09	8.09±0.06	80.1±0.64 ^c
0.8	29.58±0.09 ^b	2.45±0.25	13.82±0.04	7.96±0.08	81.4±0.75 ^b
1.0	29.52±0.10 ^b	2.40±0.06	13.91±0.08	7.96±0.08	82.7±0.72 ^a
1.2	28.95±0.25 ^c	2.42±0.12	13.64±0.18	8.02±0.03	75.3±0.98 ^e
1.4	28.77±0.12 ^c	2.40±0.10	13.87±0.20	8.02±0.05	62.4±1.88 ^g

[†] 同列字母不同表示差异显著($P<0.05$)。

表 5 加热时间对地参发酵酒品质的影响[†]

Table 5 Effect of heat-uptime on the fermented wine of *L. lucidus* ($n=3$)

加热时间/min	酒精度/ (%vol)	浊度/EBC	色度/EBC	透光率/%	咖啡酸含量/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)
0	10.36±0.02	13.11±0.26 ^a	20.37±0.04 ^a	73.0±0.68 ^d	46.19±0.15
10	10.41±0.04	12.45±0.22 ^b	20.26±0.27 ^a	77.3±0.26 ^c	45.77±0.12
15	10.44±0.03	1.53±0.07 ^c	18.13±0.20 ^b	92.8±0.28 ^b	46.44±0.08
20	10.43±0.01	1.19±0.04 ^c	16.26±0.12 ^c	95.8±0.19 ^a	46.74±0.15
25	10.42±0.02	1.10±0.01 ^c	16.22±0.15 ^c	95.4±0.13 ^a	46.20±0.11
30	10.42±0.02	1.06±0.03 ^c	16.38±0.11 ^c	95.4±0.11 ^a	46.25±0.09
加热时间/min	迷迭香酸含量/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	总酸含量/ ($\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)	总糖含量/ ($\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)	可溶性固形 物含量/%	感官评分
0	31.22±0.13	2.48±0.02	13.87±0.04	8.15±0.02	73.0±2.67 ^f
10	29.98±0.27	2.40±0.12	13.77±0.14	8.09±0.02	78.2±2.34 ^e
15	30.34±0.09	2.43±0.05	13.87±0.12	8.02±0.07	85.7±1.63 ^b
20	30.92±0.10	2.40±0.06	13.59±0.03	8.02±0.04	88.9±0.91 ^a
25	30.89±0.05	2.42±0.04	13.87±0.07	8.02±0.05	84.2±1.26 ^c
30	30.94±0.13	2.43±0.02	13.51±0.09	8.02±0.04	83.1±1.32 ^d

[†] 同列字母不同表示差异显著($P<0.05$)。

表 6 其他澄清方式对地参发酵酒品质的影响[†]

Table 6 Effect of other clarification techniques on the fermented wine of *L. lucidus* (*n*=3)

澄清方式	酒精度/ (%vol)	浊度/EBC	色度/EBC	透光率/%	咖啡酸含量/ (mg·L ⁻¹)
室温澄清(20℃)	10.36±0.02	13.11±0.26 ^a	20.37±0.04 ^a	73.0±0.68 ^d	46.19±0.15
冷藏(4℃)	10.37±0.02	12.01±0.14 ^b	19.54±0.10 ^a	77.3±0.12 ^c	46.35±0.13
冷冻(-10℃)	10.29±0.04	11.70±0.23 ^c	19.30±0.12 ^a	78.4±0.09 ^b	46.40±0.15
膜过滤(0.22 μm)	10.36±0.03	0.87±0.02 ^d	14.55±0.23 ^b	98.0±0.11 ^a	46.20±0.09
膜过滤(0.45 μm)	10.38±0.03	0.90±0.03 ^d	14.73±0.16 ^b	97.5±0.06 ^a	46.16±0.04
澄清方式	迷迭香酸含量/ (mg·L ⁻¹)	总酸含量/ (g·L ⁻¹)	总糖含量/ (g·L ⁻¹)	可溶性固形 物含量/%	感官评分
室温澄清(20℃)	31.22±0.13	2.48±0.02	13.87±0.04	8.15±0.02	73.0±2.67 ^c
冷藏(4℃)	31.32±0.02	2.40±0.07	13.77±0.09	8.15±0.05	75.1±2.21 ^c
冷冻(-10℃)	31.22±0.06	2.48±0.04	13.87±0.10	8.15±0.02	77.6±1.53 ^b
膜过滤(0.22 μm)	30.90±0.15	2.45±0.06	13.92±0.11	8.02±0.06	82.5±1.13 ^a
膜过滤(0.45 μm)	31.20±0.07	2.40±0.05	13.81±0.07	8.02±0.03	82.5±2.73 ^a

† 同列字母不同表示差异显著(*P*<0.05)。

表 7 澄清方式对地参发酵酒稳定性的影响[†]

Table 7 Effect of clarification methods on the stability of the fermented wine of *L. lucidus* (*n*=3)

静置时 间/d	添加明胶		添加皂土		添加壳聚糖		热处理	
	浊度/EBC	增幅/%	浊度/EBC	增幅/%	浊度/EBC	增幅/%	浊度/EBC	增幅/%
0	3.62±0.11 ^c		9.34±0.04 ^a		5.82±0.05 ^b		1.19±0.04	
5	3.88±0.03 ^b	7.18±0.83 ^e	9.69±0.05 ^d	3.75±0.54 ^e	6.17±0.06 ^b	6.01±1.03 ^e	1.20±0.05	0.84±0.04 ^d
10	3.97±0.01 ^b	9.67±0.27 ^d	10.05±0.03 ^c	7.60±0.25 ^d	6.32±0.03 ^a	8.59±0.55 ^d	1.22±0.03	2.52±0.05 ^c
30	4.14±0.02 ^a	14.36±0.44 ^c	10.63±0.01 ^b	13.81±0.11 ^c	6.58±0.02 ^a	13.06±0.34 ^c	1.23±0.02	3.36±0.01 ^b
60	4.18±0.05 ^a	15.47±1.13 ^b	11.19±0.11 ^a	19.81±1.05 ^b	6.69±0.03 ^a	14.95±0.52 ^b	1.24±0.02	4.20±0.03 ^a
90	4.20±0.03 ^a	16.02±0.12 ^a	11.38±0.03 ^a	21.84±0.24 ^a	6.76±0.05 ^a	16.15±0.85 ^a	1.24±0.04	4.20±0.05 ^a

† 同列字母不同表示差异显著(*P*<0.05)。

3 结论

通过添加澄清剂、热处理和膜过滤后,地参发酵酒的浊度均显著下降(*P*<0.05),透光率明显提高,其中膜过滤法和热处理的透光率最高,澄清效果最好,3 种澄清剂中明胶和壳聚糖的澄清效果优于皂土,冷藏法和冷冻法澄清效果次之。7 种澄清方法对酒精度、总酸含量、总糖含量和可溶性固形物含量均无显著影响,澄清剂(明胶、壳聚糖、皂土)法对咖啡酸和迷迭香酸存在一定的吸附作用,膜过滤法对酒体色度影响较大,而热处理法对以上指标均无影响。稳定性试验结果显示,澄清剂法存在复浑现象,热处理的稳定性较好。综上,采用 70℃水浴 20 min 热处理地参发酵酒的澄清度最好,品质最佳,此时酒色呈橘红色,光泽透明,无异味,口感较佳,且稳定性良好。但热处理对酒精度和风味的不良影响难以完全消除,实际生产过程中应密封加热,并严格控制加热温度和时间。

参考文献

[1] 国家中医药管理局. 中药大辞典: 第 7 卷[S]. 上海: 上海科学技术出版社, 1999: 76-77.
State Administration of Traditional Chinese Medicine. Traditional Chinese medicine dictionary: 7th[S]. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 1999: 76-77.

[2] 姜峰, 倪穗, 岑冲锋, 等. 不同种源地参在宁波地区的适应性及多糖含量比较研究[J]. 中国野生植物资源, 2019, 38(5): 20-24.
JIANG F, NI S, CEN C F, et al. Study on comparing adaptability and polysaccharide content of *Lycopus lucidus* from different sources in Ningbo area[J]. Chinese Wild Plant Resources, 2019, 38(5): 20-24.

[3] 王志伟. 药食兼用植物珍品: 地参[J]. 农业工程技术(农产品加工业), 2013(7): 62-63.
WANG Z W. Medicinal and edible plant treasures: *Lycopus lucidus*[J]. Agriculture Engineering Technology (Agricultural Product Processing Industry), 2013(7): 62-63.

[4] 张赛男. 地参营养成分与药理作用研究进展[J]. 北京农业, 2015

- (9): 109.
- ZHANG S N. Advances in studies on nutritional components and pharmacological effects of *Lycopus lucidus*[J]. Beijing Agriculture, 2015(9): 109.
- [5] 黄小兰, 何旭峰, 周祥德, 等. 地参主要化学成分及生物活性研究进展[J]. 中国野生植物资源, 2021, 40(2): 51-56.
- HUANG X L, HE X F, ZHOU X D, et al. Research progress on main chemical composition and biological activities of *Lycopus lucidus* var. *hirtus* Regel[J]. Chinese Wild Plant Resources, 2021, 40(2): 51-56.
- [6] 孔晓妍, 姚高毅, 王书琪, 等. 不同澄清剂对藜麦酒澄清作用的研究[J]. 食品工程, 2021(3): 46-49.
- KONG X Y, YAO G Y, WANG S Q, et al. Study on the clarifying effect of different clarifying agents on quinoa wine[J]. Food Engineering, 2021(3): 46-49.
- [7] 严汉彬, 韩珍, 卢宇城, 等. 百香果酒澄清技术研究[J]. 食品安全质量检测学报, 2021, 12(14): 5 651-5 655.
- YAN H B, HAN Z, LU Y C, et al. Study on clarification technology of passion fruit wine[J]. Journal of Food Safety and Quality, 2021, 12(14): 5 651-5 655.
- [8] 单成俊, 周剑忠, 王英, 等. 陶瓷复合膜澄清黑莓果酒工艺研究[J]. 食品与机械, 2012, 28(6): 67-69, 137.
- SHAN C J, ZHOU J Z, WANG Y, et al. Clarification of blackberry wine by ceramic membrane[J]. Food & Machinery, 2012, 28(6): 67-69, 137.
- [9] 吴立仁, 贺强. 蓝莓果酒的冷热处理技术[J]. 农业科技与信息, 2010(21): 59.
- WU L R, HE Q. Cold heat treatment technology of blueberry wine[J]. Agricultural Science-Technology and Information, 2010(21): 59.
- [10] 马镡莉, 卢会霞, 苗晓雪. 基于膜技术分离纯化乳清蛋白的研究进展[J]. 化工进展, 2022, 41(6): 2 826-2 838.
- MA J L, LU H X, MIAO X X. Research progress on separation and purification of whey protein based on membrane technology[J]. Chemical Industry and Engineering Progress, 2022, 41(6): 2 826-2 838.
- [11] 李英蕊, 马玉蓉, 赵玲, 等. 不同澄清剂对葡萄小麦复合酒品质的影响[J]. 中国果菜, 2021, 41(5): 42-49.
- LI Y R, MA Y R, ZHAO L, et al. Effect of different clarifiers on the quality of grape-wheat compound wine[J]. China Fruit & Vegetable, 2021, 41(5): 42-49.
- [12] 韩希凤, 李书启, 陈存坤, 等. 石榴果酒澄清剂的筛选及澄清工艺优化[J]. 食品研究与开发, 2021, 42(18): 65-71.
- HAN X F, LI S Q, CHEN C K, et al. Selection of clarifiers and optimization of clarification conditions for pomegranate wine[J]. Food Research and Development, 2021, 42(18): 65-71.
- [13] 黄小兰, 何旭峰, 杨勤, 等. HPLC-PDA 同时测定地笋中 7 种酚酸的含量[J]. 中国实验方剂学杂志, 2020, 26(15): 156-162.
- HUANG X L, HE X F, YANG Q, et al. Simultaneous determination of 7 phenolic acids in *Lycopus lucidus* var. *hirtus* rhizome by HPLC-PDA[J]. Chinese Journal of Experimental Medical Formulae, 2020, 26(15): 156-162.
- [14] 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, 295.
- RAN N, XU B, LEI X L, et al. Study on the clarification agent in longyan wine of different clarification and stability[J]. Science and Technology of Food Industry, 2016, 37(2): 287-290, 295.
- [15] STANKOVIC S, JOVIC S, ZIVKOVIC J, et al. Influence of age on red wine colour during fining with bentonite and gelatin[J]. International Journal of Food Properties, 2012, 15(2): 326-335.
- [16] 赵慧君, 潘婷, 王想, 等. 不同澄清剂对黄酒澄清效果及产品品质影响的研究[J]. 保鲜与加工, 2018, 18(5): 101-106.
- ZHAO H J, PAN T, WANG X, et al. Influences of different clarifying agents on clarification effect and quality of Chinese rice wine[J]. Storage and Process, 2018, 18(5): 101-106.
- [17] 邓星星, 肖志欣, 江英. 不同澄清剂对库尔勒香梨果酒品质的影响[J]. 食品工业, 2021, 42(10): 184-189.
- DENG X X, XIAO Z X, JIANG Y. Effect of different kinds of clarifying agents on the quality characteristics of Korla fragrant pear wine[J]. The Food Industry, 2021, 42(10): 184-189.
- [18] 艾克拜尔·艾海提, 许艳顺, 姜启兴, 等. 红枣汁澄清工艺研究[J]. 食品与机械, 2013, 29(1): 209-212.
- AKBAR A, XU Y S, JIANG Q X, et al. Study on clarification technology of jujube juice[J]. Food & Machinery, 2013, 29(1): 209-212.
- [19] 范兆军, 王永苓. 壳聚糖对苹果酒澄清效果影响的研究[J]. 酿酒, 2015, 42(4): 92-95.
- FAN Z J, WANG Y L. Study on the clarification effects of chitosan to cider[J]. Liquor Making, 2015, 42(4): 92-95.
- [20] BENGÜNÜR Ç, BAYRAM K, EYÜBOĞLU A. The effect of different application methods of sumac (*Rhus coriaria*) and tarragon (*Artemisia dracunculus*) on nutritional composition, fatty acids and TBARS values of marinated sea bream (*Sparus aurata* L. 1758)[J]. Journal of Food Processing and Preservation, 2020, 45(2): e15102.
- [21] MA Y Y, LI X X, SUN P, et al. Effect of ultrasonic thawing on gel properties of tuna myofibrillar proteins[J]. Journal of Food Processing and Preservation, 2022, 46(2): e16268.

(上接第 164 页)

- [24] LAN W Q, ZHAO Y N, GONG T S, et al. Effects of different thawing methods on the physicochemical changes, water migration and protein characteristic of frozen pompano (*Trachinotus ovatus*)[J]. Journal of Food Biochemistry, 2021, 45(8): e13526.
- [25] 姚慧, 祁雪儿, 毛俊龙, 等. 3 种鱿鱼冻藏过程中肌原纤维蛋白功能特性变化[J]. 食品科学, 2021, 42(7): 207-213.
- YAO H, QI X E, MAO J L, et al. Changes in functional properties of myofibrillar proteins in three species of squid during frozen storage[J]. Food Science, 2021, 42(7): 207-213.

- [26] BENGÜNÜR Ç, BAYRAM K, EYÜBOĞLU A. The effect of different application methods of sumac (*Rhus coriaria*) and tarragon (*Artemisia dracunculus*) on nutritional composition, fatty acids and TBARS values of marinated sea bream (*Sparus aurata* L. 1758)[J]. Journal of Food Processing and Preservation, 2020, 45(2): e15102.
- [27] MA Y Y, LI X X, SUN P, et al. Effect of ultrasonic thawing on gel properties of tuna myofibrillar proteins[J]. Journal of Food Processing and Preservation, 2022, 46(2): e16268.