

# 不同澄清剂对传统青稞酒澄清效果的影响

张 陈, 阎莹莹, 张文会\*

(西藏自治区农牧科学院 农产品开发与食品科学研究所, 西藏 拉萨 850000)

**摘 要:**为研究硅藻土、壳聚糖、聚乙烯吡咯烷酮、皂土和明胶对传统青稞酒澄清的影响。以透光率、色度、感官评价为考察指标确定澄清剂的最适添加量并测定理化指标。结果发现硅藻土对传统青稞酒的澄清效果最好,当硅藻土的添加量为 24 g/mL 时,贮藏 7 d 的传统青稞酒透光率为 55.84%, L\* 为 26.63, 感官评分可以达到 70 分以上。壳聚糖澄清效果较好,但口感下降, PVPP 不能有效抑制褐变, 皂土澄清时间较长, 明胶对传统青稞酒澄清效果不明显, 不能抑制传统青稞酒褐变, 口感也明显下降。添加澄清剂后传统青稞酒的各项理化指标符合《黄酒》标准(GB/T 13662—2018)。综合来看, 从时间和经济成本考虑, 添加 2.4 g/L 的硅藻土对传统青稞酒澄清效果最好。

**关键词:**传统青稞酒; 澄清; 贮藏期; 稳定

中图分类号: S512.3; TS262

文献标志码: A

## Effect of Different Clarifying Agents on the Clarification Effect of Traditional Highland Barley Wine

ZHANG Chen, YAN Yingying, ZHANG Wenhui\*

(Institute of Agricultural Development and Food Science, Tibet Academy of Agricultural and Animal Husbandry Sciences, Tibet Lasa 850000, China)

**Abstract:** In order to study the influence of diatomite, chitosan, polyvinyl pyrrolidone, soap and gelatin on the clarification of traditional barley wine, the optimal addition amount of each clarification agent was determined by the transmittance, chromaticity and sensory evaluation, and the physical and chemical indexes were determined. The results show that diatomite has the best clarification effect on the traditional barley wine. When the amount of diatomite is added to 24 g/mL, the light transmittance of the barley wine stored for 7 days can reach 55.84%, L\* can reach 26.63, and the sensory score can reach more than 70 points. The clarification effect of chitosan is good, but the taste decreases, PVPP cannot effectively inhibit browning. The clarification time of soap soil is long. The clarification effect of gelatin on traditional barley wine is not obvious, cannot inhibit the browning of barley wine, and the taste can also be significantly decreased. The physical and chemical indexes of barley wine after addition of clarifying agent meet the standard of GB/T 13662-2018 Yellow Wine. Considering of time and economic cost, adding 2.4 g/L of diatomite has the best clarification effect on traditional barley wine.

**Key Words:** traditional highland barley wine; clarification; storage period; stabilize

传统青稞酒色泽偏黄, 清澈透亮, 味道甘甜, 酒精度小于 6.0%<sup>[1-3]</sup>。然而传统青稞酒会随着贮藏时间的增加出现沉淀褐变等现象, 这是因为在西藏高原生产出的传统青稞酒会出现灭菌不彻底的情况, 在贮藏过程中受到外部和自身等因素的影响, 出现生化反应, 破坏酒的胶体平衡, 引起沉淀褐变<sup>[4-6]</sup>导

致品质下降, 降低了传统青稞酒的商品价值, 因此传统青稞酒在贮藏前需要进行澄清处理。目前酒类常用的澄清剂主要有明胶、皂土、壳聚糖、果胶酶等<sup>[7-8]</sup>, 并且在各种饮料和酒中的应用研究相对成熟, 但是有关传统青稞酒澄清剂的筛选和工艺相关研究报道却很少。本研究以传统青稞酒为研究对象, 选择常见澄清剂硅藻土、壳聚糖、皂土、明胶和 PVPP 进行试验, 以透光率、色度和感官评价筛选不同澄清剂的最优添加量并理化指标测定, 以期找到最适宜的澄清剂, 为延长传统青稞酒的贮藏期提供理论参考。

收稿日期: 2023-05-11

基金项目: 国家大麦青稞产业技术体系项目(CARS-05-13B); 青稞精深加工技术创新平台运行费项目(XANKYSP-2023-C-045)。

作者简介: 张陈(1997-), 女, 硕士, 实习研究员, 主要从事西藏农产品微生物研究, E-mail: 3172579484@qq.com; \*为通信作者: 张文会(1979-), 男, 研究员, 主要从事农产品加工(西藏特色资源方向)研究, E-mail: zhhf08@163.com。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

传统青稞酒:西藏自治区农牧科学院农产品开发与食品科学研究所研制;皂土、聚乙烯吡咯烷酮(polyvinylpyrrolidone,PVPP):烟台帝伯仕自酿机有限公司;壳聚糖:汉中汉溯源生物科技有限公司;硅藻土:德航矿产有限公司;明胶:明朗塑化原料有限公司,皆为食品级;氢氧化钠:南京化学试剂有限公司;菲林试剂,上海阿拉丁生化科技股份有限公司;无水乙醇、苯酚、浓硫酸:北京化工厂,皆为分析纯。

1.2 仪器与设备

FA2004N 电子天平:上海菁海仪器有限公司;SHP-250 生化培养箱:上海精宏实验设备有限公司;PHS3C 实验室 pH 计:上海鹏顺科学仪器有限公司;HWS-28 恒温水浴锅:上海一恒科学仪器有限公司;D25/DP-9000 型色差仪:美国 Hunter Lab 公司;0~40%(V/V)型酒精计:衡水创纪仪器仪表有限公司;HBS-1096A 酶标分析仪:北京华欣科创科技有限公司。

1.3 方法

1.3.1 澄清剂的筛选<sup>[9]</sup>

硅藻土按照 1.2、1.8、2.4、3.0、3.6 g/L,壳聚糖按照 1.0、1.5、2.0、2.5、3.0 g/L,PVPP 按照 1.0、1.5、2.0、2.5、3.0 g/L,皂土按照 1.0、1.2、1.4、1.6、1.8 g/L,明胶按照 0.1、0.2、0.3、0.4、0.5 g/L 分别进行稀释,将 5 种澄清剂按照不同添加量分别加入到 200 mL 传统青稞酒中,4℃避光静置 2 d,离心过滤灌装灭菌。分别取贮藏 0 d 和加速贮藏 7 d 的传统青稞酒上清液,测定透光率、色度和感官评价。

1.3.2 加速贮藏试验<sup>[10-11]</sup>

将待测样品放置 4℃冰箱内 12 h 后放置于 42.5℃烘箱中 12 h,交替 7 次,利用外界剧烈的温度变化进行加速贮藏。

1.3.3 透光率的测定<sup>[12]</sup>

取 5 mL 待测样品加入 5 mL 无水乙醇,振荡 1 min 室温放置 2 h 后快速测定透光率。设定 680 nm 为测定波长,以蒸馏水为空白,测定吸光度 A,计算透光率 T。

计算公式: $A=\log(1-T)(1)$

1.3.4 色度测定<sup>[13]</sup>

以蒸馏水为空白,利用色差仪测定待测样的 a\*、b\*、L\*值。

1.3.5 感官评价

参照 GB/T 13662—2018《黄酒》中传统型黄酒感官评语制定传统青稞酒感官评分标准,选择 10 位专业的感官评定员,以 100 分为满分进行计算,从香气、口感、色泽、整体评价 4 个方面对待测样品进行感官评分,具体评分标准见表 1。

表 1 感官评分

指标	传统青稞酒评分标准	分值
香气(15分)	有特有的香气,清雅纯正	10~15
	香气不突出,微有异香	5~9
	香气不协调,有异味或臭味	0~4
口感(25分)	绵甜爽冽、口感醇和细腻	17~25
	酸甜适度,略带涩味,口感尚细腻	7~16
	酸甜失调,有酸败味,苦涩	0~8
色泽(30分)	淡黄色	20~30
	黄色微褐	10~19
	褐色或黑褐色	0~9
整体(30分)	有酒香,味道协调,色泽正常无沉淀	20~30
	略有酒香,味道协调,色泽正常,轻微沉淀	10~19
	无酒香,味道差,褐变严重,沉淀较多	0~9

1.3.6 理化指标测定

根据《黄酒》(GB/T 13662—2018)测定待测样品中总糖、非糖固形物、酒精度、总酸、氨基酸态氮理化指标。

1.4 数据处理

所有试验数据均为 3 次重复试验结果的平均值,数据用平均值±标准差表示。利用 WPS 进行数据的整理和归纳,GraphPad Prism 8 进行图形绘制,SPSS Statistics 17.0 进行数据的计算。显著水平为 0.05,相同字母表示不显著,不同字母表示显著。

2 结果与分析

2.1 传统青稞酒透光率、色度和感官评分的结果

从表 2 中可以发现,贮藏 7 d 的传统青稞酒的透光率、L\*值、感官评分明显下降,a\*值、b\*值上升,说明传统青稞酒在贮藏后整体变浑浊,色泽变深,亮度变暗,口感变差,品质降低。这是因为传统青稞酒中含有蛋白质、单宁、果胶等大分子物质,随着贮藏时间的延长,经过生化反应后,就会形成沉淀<sup>[14]</sup>;且受海拔气压的影响导致灭菌不彻底,导致微生物的代谢加速沉淀物的析出<sup>[15]</sup>,两种原因共同造成酒体沉淀褐变,降低传统青稞酒品质。

表2 传统青稞酒贮藏结果

处理 时间	透光率%	a*	b*	L*	感官评分
0 d	48.42±2.57	0.46±0.11	2.32±0.03	20.66±0.01	89.67±0.95
7 d	44.76±1.74	1.24±0.01	3.25±0.04	5.21±0.02	53.11±1.47

2.2 硅藻土添加量对传统青稞酒的影响

2.2.1 硅藻土对传统青稞酒透光率的影响

硅藻土质地细腻疏松、空隙大、吸收性强,可以吸附酒体中的杂质粒子,将其阻留在硅藻土内部微小孔道和空隙中,使透光率提高<sup>[16]</sup>。从图1可以发现,除去3.0 g/L添加量外,贮藏0 d的酒样的透光率均小于7 d后的透光率,推测是因为在贮藏期间还有少部分的硅藻土粒子在继续吸附杂质并沉于底部,因而透光度增大,这与李德燕<sup>[17]</sup>等研究硅藻土对酥李果酒的影响趋势一致。添加量为3.0 g/L时出现相反的现象推测是因为酒样杀菌不彻底,有酵母菌残留,产生了CO<sub>2</sub>和酒精,CO<sub>2</sub>的积累形成气泡并向界面运动,因而将沉淀搅起,导致透光率下降<sup>[18]</sup>。

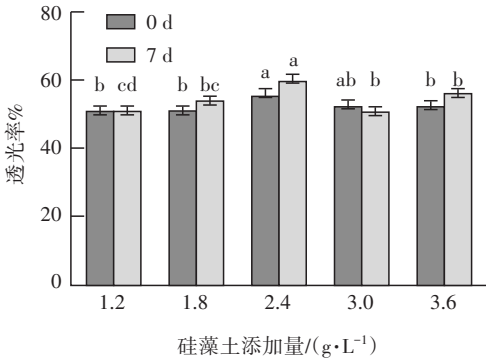


图1 硅藻土对传统青稞酒透光率的影响

2.2.2 硅藻土对传统青稞酒色度的影响

从表3中可以发现,贮藏0 d时L\*值先上升后下降的趋势,在2.4 g/L时亮度最大,随后亮度下降,颜色偏暗。贮藏7 d时,随着添加量的增加,a\*值先下降后趋于平稳,b\*值先下降后趋于平稳,L\*值先上升后下降,这是因为硅藻土在沉淀的同时,也会吸收有色金属离子,形成沉淀,导致a\*、b\*值下降,且当硅藻土添加量过多后随着贮藏时间的增加,硅藻土自身会在瓶底形成絮状沉淀,导致L\*值下降<sup>[19-20]</sup>。0 d与7 d进行对比发现,随着贮藏时间的变化,硅藻土对a\*值影响小。对b\*值影响大。除去添加量1.2 g/L外,贮藏0 d比贮藏7 d L\*值小,这是因为随着硅藻土添加量增加,硅藻土吸附蛋白质和其他色素能力增强使L\*值不断增加。添加量为1.2 g/L时出现相反的现象推测是因为硅藻土添加

量过少,在贮藏时间增加,酒样中蛋白质没有完全沉淀形成氧化褐变导致<sup>[21]</sup>。

表3 硅藻土对传统青稞酒色度影响

处理 时间	硅藻土 /(g·L <sup>-1</sup> )	a*	b*	L*
0 d	1.2	0.36±0.01b	0.35±0.14b	21.85±0.02b
	1.8	0.41±0.02a	0.38±0.20b	21.22±0.02c
	2.4	0.15±0.01d	0.09±0.67d	22.47±0.02a
	3.0	0.37±0.01b	0.48±0.15a	21.23±0.02c
	3.6	0.28±0.01c	0.25±0.16c	19.75±0.94d
7 d	1.2	0.34±0.01a	-0.13±0.02a	20.94±0.02e
	1.8	0.20±0.01c	-0.60±0.07c	22.43±0.02d
	2.4	0.21±0.01c	-0.69±0.02d	26.63±0.02a
	3.0	0.26±0.02b	-0.29±0.03b	23.29±0.02c
	3.6	0.25±0.01b	-0.30±0.03b	23.46±0.02b

注:同列小写字母不同表示差异有统计学意义( $p<0.05$ )。

2.2.3 硅藻土对传统青稞酒感官的影响

从图2中可以发现,贮藏0 d时,随着添加量的增加,感官评分逐渐下降;这是因为随着添加量的增大,香气物质被硅藻土吸附的也多,导致口感寡淡;贮藏后随着添加量的增大,吸附物质增多导致贮藏期间生化反应减少,感官评分变化小<sup>[22]</sup>。

根据透光率、色度、感官评价分析得出添加硅藻土可以提高传统青稞酒的澄清度,抑制褐变,使青稞酒在贮藏期间感官评分可以达到70分以上。在添加量为2.4 g/L时,贮藏7 d时传统青稞酒的透光率、L\*值最大、感官评分趋于稳定,综合考虑硅藻土适宜添加量为2.4 g/L。

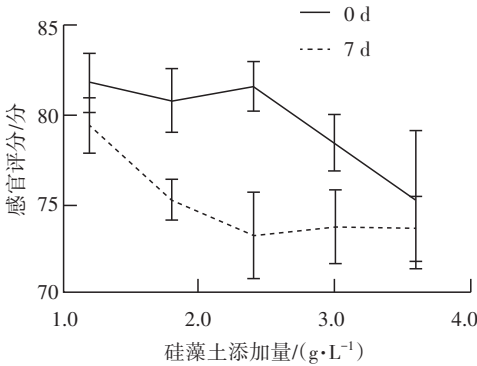


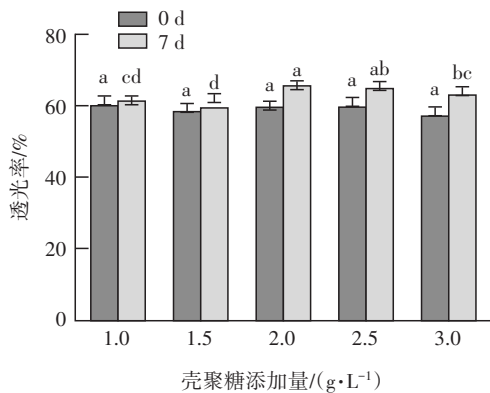
图2 硅藻土对传统青稞酒感官影响

2.3 壳聚糖添加量对传统青稞酒的影响

2.3.1 壳聚糖对传统青稞酒透光率的影响

壳聚糖作为一种阳离子絮凝剂,可以与酒中带负电的胶体物质结合形成沉淀,使透光率提高<sup>[23]</sup>。从图3可以发现,贮藏7 d,透光率呈现先升高再下降的趋势,在2.0 g/L时透光率最大为65.42 %。这是因为随着贮藏时间和添加量的增加,壳聚糖与酚

类物质发生相互作用形成水溶性蛋白质-多酚-多糖复合物,使透光率不断增大;而加入量过多,会导致壳聚糖将样液中的微粒全部包裹起来,从而失去在微粒之间的架桥作用。随着时间的推移,重新形成一个稳定的絮凝体系,使酒体再次浑浊,从而导致透光率反而下降<sup>[24]</sup>。贮藏0 d和7 d比较发现,贮藏0 d的青稞酒的透光率均小于贮藏7 d后的透光率,推测是因为随着贮藏时间的延长壳聚糖继续吸附杂质并沉于底部,透光率增大<sup>[25]</sup>。



小写字母不同表示差异有统计学意义( $p<0.05$ )。

图3 壳聚糖对传统青稞酒透光率影响

2.3.2 壳聚糖对传统青稞酒色度的影响

从表4中可以发现,贮藏0 d时, $b^*$ 值先下降后升高,这是因为随着壳聚糖添加量的增加,不断吸附酚类物质导致<sup>[25]</sup>。贮藏0 d与7 d对比发现,7 d后 $a^*$ 、 $b^*$ 值出现下降趋势, $L^*$ 出现上升趋势,说明壳聚糖在贮藏期间继续吸附传统青稞酒中的悬浮物质。

表4 壳聚糖对传统青稞酒色度影响结果

处理时间	壳聚糖/( $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ )	$a^*$	$b^*$	$L^*$
0 d	1.0	$0.40\pm0.04\text{a}$	$1.25\pm0.03\text{a}$	$19.96\pm0.02\text{c}$
	1.5	$0.45\pm0.01\text{a}$	$0.87\pm0.03\text{b}$	$20.13\pm0.02\text{b}$
	2.0	$0.35\pm0.01\text{c}$	$0.28\pm0.03\text{d}$	$23.11\pm0.02\text{a}$
	2.5	$0.22\pm0.02\text{d}$	$-0.07\pm0.03\text{e}$	$19.20\pm0.02\text{e}$
	3.0	$0.41\pm0.02\text{b}$	$0.47\pm0.03\text{c}$	$19.83\pm1.42\text{d}$
7 d	1.0	$0.25\pm0.01\text{d}$	$0.12\pm0.03\text{b}$	$22.62\pm0.02\text{b}$
	1.5	$0.35\pm0.02\text{a}$	$0.26\pm0.03\text{a}$	$20.68\pm0.02\text{e}$
	2.0	$0.31\pm0.01\text{b}$	$0.11\pm0.03\text{b}$	$22.80\pm0.02\text{a}$
	2.5	$0.18\pm0.01\text{e}$	$-0.22\pm0.03\text{c}$	$21.20\pm0.02\text{d}$
	3.0	$0.28\pm0.02\text{c}$	$0.15\pm0.03\text{b}$	$21.84\pm0.02\text{c}$

注:同列小写字母不同表示差异有统计学意义( $p<0.05$ )。

2.3.3 壳聚糖对传统青稞酒感官的影响

从图4中可以发现,贮藏0 d随着壳聚糖添加量的增加感官评分先上升后下降;贮藏7 d感官评分也先上升后下降,在添加量为2.0 g/L感官评分最高,为72.28分以上。出现这种情况可能是因为随着贮藏时间的增加,随着添加量的增大,乙醇、酯类被壳聚糖吸附的较多,导致青稞口感寡淡<sup>[26]</sup>。贮藏7 d的感官评分比贮藏0 d的感官评分小,说明在相同贮藏时间里随着添加量的增大,吸附香气物质增多,导致口感变差,虽然贮藏7 d的青稞酒比自然澄清的青稞酒感官评分高,但是效果不明显。

根据透光率、色度、感官评分分析得出添加壳聚糖可以提高青稞酒的澄清度,抑制褐变,但是保持传统青稞酒风味的效果不理想。在添加量为2.0 g/L时,贮藏7 d时青稞酒的透光率、 $L^*$ 值、感官评分最高。

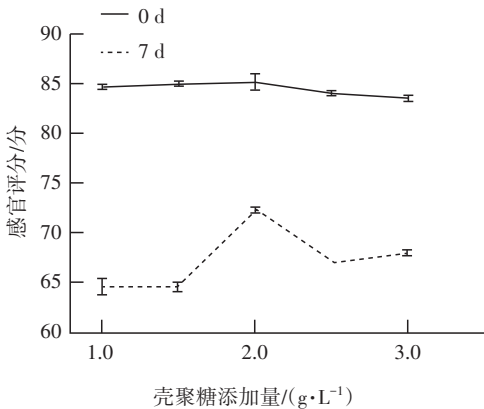


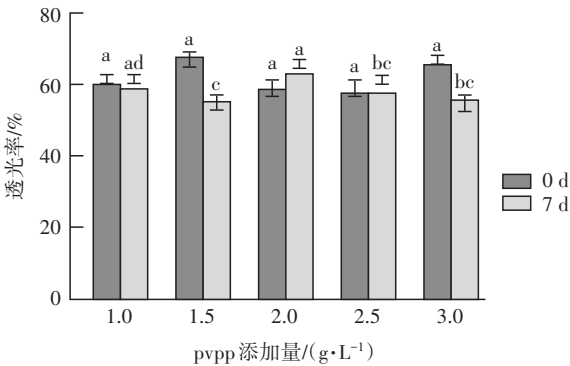
图4 壳聚糖对传统青稞酒的感官评分结果

2.4 PVPP添加量对传统青稞酒的影响

2.4.1 PVPP对传统青稞酒透光率的影响

PVPP能够与酒中的多酚类物质通过羰基作用形成氢键络合物。吸附酒中的多酚和蛋白质等物质形成絮凝沉淀,从而提高透光率<sup>[27]</sup>。从图5可以发现,贮藏7 d后,透光率呈现先升高再下降的趋势,在2.0 g/L时透光率最大,为62.24 %,这是因为随着添加量和贮藏长时间的增加,PVPP吸附酒中蛋白质导致透光率提高,而添加过量会导致PVPP悬浮于酒中,导致透光率降低<sup>[28]</sup>。贮藏0 d和7 d比较发现,透光率随添加量无明显规律,推测是因为PVPP在贮藏期间受到外界条件影响导致酒体无规则运动影响测定,这与时文青等表述酒体受不同外界因素导致澄清度下降所述情况一致<sup>[29]</sup>。





小写字母不同表示差异有统计学意义( $p<0.05$ )。

图5 PVPP对传统青稞酒透光率影响

2.4.2 PVPP对传统青稞酒色度的影响

从表5中可以发现,贮藏0 d时,a\*范围为0.30~0.40,b\*值范围为0.03~0.37,L\*值范围为18.66~21.98,说明随着PVPP添加量的增加,对a\*值影响小,b\*影响大,间接影响L\*。贮藏7 d时发现a\*、b\*和L\*值范围扩大,a\*为0.24~0.60,b\*为-0.50~1.65,L\*为18.11~22.06之间。说明在贮藏期间PVPP继续吸附沉淀造成a\*、b\*下降,L\*上升,与Gómez-Plaza研究结果一致<sup>[30]</sup>。与原酒相比a\*和b\*值减小L\*增大,说明添加PVPP可以减缓传统青稞酒褐变的现象。

表5 PVPP对传统青稞酒色度的影响

处理 时间	PVPP /(g·L <sup>-1</sup> )	a*	b*	L*
0 d	1.0	0.40±0.01a	0.37±0.06a	18.82±0.02d
	1.5	0.31±0.00b	0.03±0.24c	21.98±0.02a
	2.0	0.31±0.01b	0.11±0.00c	18.66±0.02e
	2.5	0.30±0.01b	0.09±0.58d	21.74±0.02b
	3.0	0.31±0.01b	0.20±0.83b	21.39±0.02c
7 d	1.0	0.52±0.01b	0.72±0.03b	18.19±0.17d
	1.5	0.60±0.03a	1.65±0.03a	20.63±0.09b
	2.0	0.51±0.02b	0.36±0.03c	18.11±0.09e
	2.5	0.24±0.02d	-0.50±0.05e	22.06±0.01a
	3.0	0.35±0.02c	0.26±0.02d	20.05±0.03c

注:同列小写字母不同表示差异有统计学意义( $p<0.05$ )。

2.4.3 PVPP对传统青稞酒感官的影响

从图6中可以发现,贮藏0 d时,随着PVPP添加量的增加,感官评分先上升后下降;贮藏7 d时,感官评分先上升后下降,出现这种情况可能是因为随着添加量的增大,传统青稞酒中风味物质如乙醇、咖啡酸和迷迭香酸被PVPP吸附的较多,导致青稞口感寡淡;随着贮藏时间的增加,风味物质不再减少,导致感官评分先上升再下降<sup>[31]</sup>。

根据透光率、色度、感官评分分析得出添加PVPP可以提高青稞酒的澄清度,保持青稞酒风味,但是抑制褐变效果不好。在添加量为2.0 g/L时,贮藏7 d时青稞酒的透光率、感官评分最高。

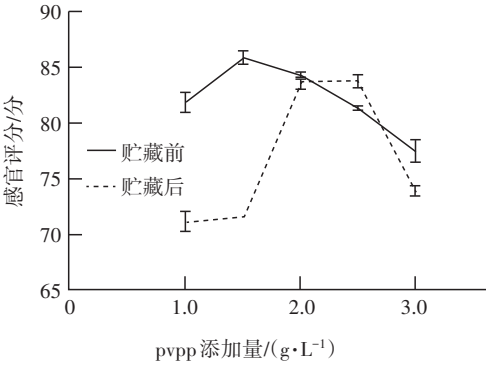
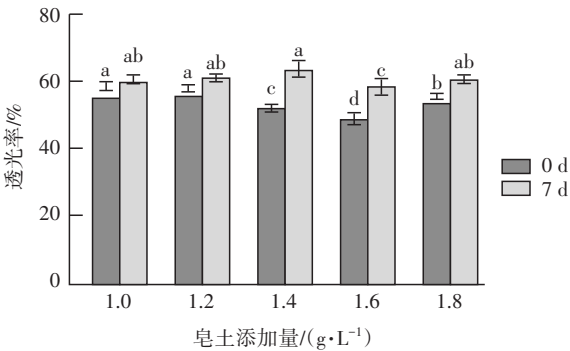


图6 PVPP对传统青稞酒的感官评分

2.5 皂土添加量对传统青稞酒的影响

2.5.1 皂土对青稞酒透光率的影响

从图7中可以发现,经皂土澄清处理后,贮藏0 d时,透光率呈先下降后上升的趋势,这可能与皂土本身性质有关。皂土具有较强的膨胀性和吸附性,但吸附凝聚过程较为缓慢,所需时间长,添加量少时凝聚速度慢,而过量的皂土,本身自带沉降效果,所以透光率有所上升<sup>[32]</sup>。贮藏7 d后,透光率呈现先升高再下降的趋势,在1.4 g/L时透光率最大,为63.74%,说明随着添加量和贮藏长时间的增加,不断吸引酒体中带正电荷的粒子产生沉淀,但是过量添加皂土后透光率有所下降,可能是因为皂土的吸附能力达到平衡后,过量的皂土造成的浑浊<sup>[33]</sup>。贮藏0 d和7 d比较发现,随着时间的增加皂土不断进行絮凝沉淀,贮藏0 d的青稞酒透光率比贮藏7 d的青稞酒比低。



小写字母不同表示差异有统计学意义( $p<0.05$ )。

图7 皂土对传统青稞酒透光率影响

2.5.2 皂土对青稞酒色度的影响

从表6中可以发现,贮藏0 d时,a\*值呈先下降后升高的趋势,L\*值呈先上升后下降的趋势,说明

皂土吸收能力强,间接导L\*变大。贮藏7 d时a\*值先升高后趋于稳定,范围为0.36~0.48,说明在贮藏期间红色调变化不明显;b\*为0.08~—0.40,说明在贮藏期间,有黄色调物质产生,有轻微褐变。L\*值为19.82~22.83,说明在贮藏期间亮度变化不大,这与TÜRKYILMAZ M<sup>[34]</sup>等研究的结果趋势一致。

表6 皂土对传统青稞酒色度影响

处理 时间	皂土 /(g·L <sup>-1</sup> )	a*	b*	L*
0 d	1.0	0.33±0.03b	-0.08±0.03a	20.75±0.02c
	1.2	0.21±0.01d	-0.37±0.03b	22.59±0.02a
	1.4	0.27±0.01c	-1.08±0.03d	22.11±0.02b
	1.6	0.42±0.01a	-0.42±0.03c	19.83±0.02d
	1.8	0.43±0.03a	-0.43±0.03c	19.84±0.02d
7 d	1.0	0.36±0.00b	-0.28±0.05b	22.83±0.02a
	1.2	0.44±0.01a	0.08±0.02a	21.74±0.08c
	1.4	0.42±0.01a	-0.38±0.01c	22.64±0.12b
	1.6	0.48±0.01a	-0.39±0.03c	20.16±0.03d
	1.8	0.41±0.03a	-0.40±0.03c	19.82±0.02e

注:同列小写字母不同表示差异有统计学意义( $p<0.05$ )。

2.5.3 皂土对传统青稞酒感官的影响

从图8中可以发现,贮藏0 d的感官评分随皂土添加量先上升后下降,贮藏7 d的感官评分比贮藏前的感官评分小,说明随着添加量的增大,吸附物质增多导致呈味物质减少,口感变差。随着贮藏时间的增加,当皂土添加量少时,未被沉淀的风味物质进行生理生化反应,导致风味降低,当添加量过多时,风味物质被大量吸附,导致口感寡淡。

根据透光率、色差、感官评分分析得出添加皂土可以保持青稞酒风味,抑制青稞酒褐变,但是澄清时间较长。在添加量为1.4 g/L时,贮藏7 d时青稞酒的透光率、L\*最大、感官评分最高,综合考虑皂土适宜添加量为1.4 g/L。

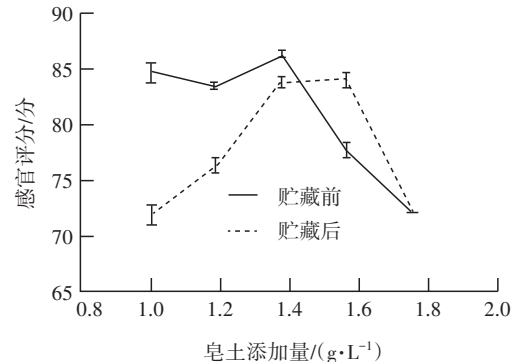
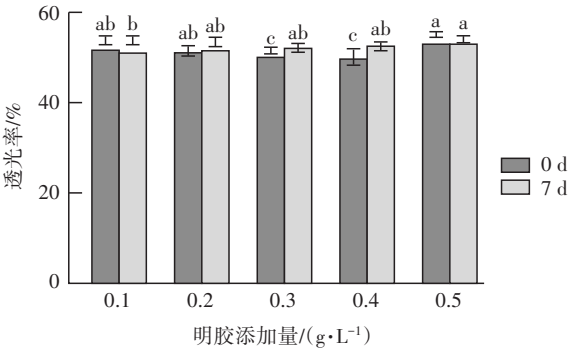


图8 皂土传统青稞酒感官的影响

2.6 明胶添加量对传统青稞酒的影响

2.6.1 明胶对传统青稞酒透光率的影响

从图9中可以发现,经明胶澄清处理后,青稞酒在贮藏0 d时透光率略有升高,这是因为主要吸附酒中的单宁物质达到澄清的效果,但青稞酒中单宁含量较少,所以达不到预期效果。贮藏7 d时,添加明胶后的青稞酒透光率明显高于自然澄清后的青稞酒,可能是明胶在吸附单宁的同时,本身带负电荷可以与青稞酒带正电荷的成分结合产生沉淀<sup>[35]</sup>。



小写字母不同表示差异有统计学意义( $p<0.05$ )。

图9 明胶对传统青稞酒透光率影响

2.6.2 明胶对青稞酒色度的影响

从表7中可以发现,贮藏0 d时,a\*值呈先升高后下降的趋势,范围为0.62~1.00,b\*值范围为0.43~1.47,L\*值呈先上升后下降的趋势,范围为15.18~19.40,与原酒相比a\*、L\*值大,说明没有抑制青稞酒的褐变。贮藏7 d时,a\*值范围为0.82~1.21,b\*为1.29~2.02,L\*值为13.87~16.52,说明明胶在贮藏期间不能抑制青稞酒褐变。

表7 明胶对传统青稞酒色度影响结果

处理 时间	明胶 /(g·L <sup>-1</sup> )	a*	b*	L*
0 d	0.1	0.62±0.06 <sup>d</sup>	0.43±0.04 <sup>d</sup>	19.40±0.01 <sup>a</sup>
	0.2	0.89±0.02 <sup>b</sup>	0.89±0.03 <sup>c</sup>	15.74±.017 <sup>d</sup>
	0.3	0.76±0.02 <sup>c</sup>	1.13±0.03 <sup>b</sup>	16.74±0.02 <sup>c</sup>
	0.4	1.00±0.01 <sup>a</sup>	1.47±0.02 <sup>a</sup>	15.18±0.17 <sup>d</sup>
	0.5	0.62±0.06 <sup>d</sup>	0.80±0.03 <sup>c</sup>	18.99±0.18 <sup>b</sup>
7 d	0.1	1.06±0.02 <sup>c</sup>	1.87±0.03 <sup>b</sup>	15.83±0.12 <sup>b</sup>
	0.2	0.94±0.02 <sup>d</sup>	1.41±0.05 <sup>c</sup>	16.36±0.12 <sup>a</sup>
	0.3	1.21±0.02 <sup>a</sup>	1.98±0.03 <sup>a</sup>	13.87±0.16 <sup>d</sup>
	0.4	1.15±0.01 <sup>b</sup>	2.02±0.04 <sup>a</sup>	14.69±0.18 <sup>c</sup>
	0.5	0.82±0.01 <sup>c</sup>	1.29±0.06 <sup>d</sup>	16.52±0.10 <sup>a</sup>

注:同列小写字母不同表示差异有统计学意义( $p<0.05$ )。

2.6.3 明胶对传统青稞酒感官的影响

从图 10 可以发现,贮藏前后随着明胶添加量的增加感官评分先上升后下降,出现这种情况可能是因为 在贮藏前后,当添加量过少时,不能抑制青稞酒的褐变,随着添加量的增大,蛋白质与明胶结合产生沉淀,导致青稞色泽呈透明状,呈味物质减少,口感变差。

根据透光率、色度、感官评分分析得出添加明胶可以略微提高青稞酒的澄清度和风味,但是抑制褐变效果不好。在添加量为 5.0 g/L 时,贮藏 7 d 时青稞酒的透光率最高,但是澄清效果远比其他几种澄清剂效果差。

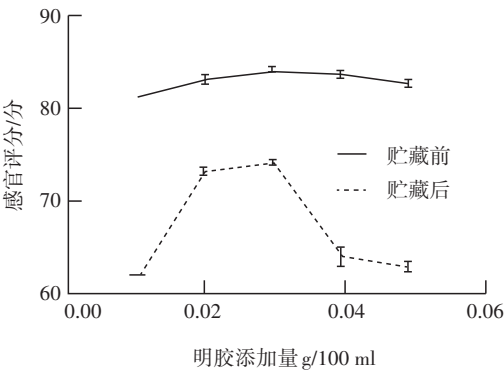


图 10 明胶对传统青稞酒感官的影响

2.7 理化指标测定

根据透光率、色度、感官评价相结合,选出添加剂适宜添加量,对其进行理化指标检测,结果如表 8 所示。通过理化指标进行检测发现,添加澄清剂后酒精度、总糖、非糖固形物、氨基酸态氮含量略有下降,添加硅藻土、PVPP 的传统青稞酒比未添加澄清剂的青稞酒酸度高,其他添加澄清剂的酸度高,造成这种现象的原因是澄清剂吸附的沉淀主要是糖类、醇类、酚类和蛋白质,造成了成分下降,但也符合国标《黄酒》(GB/T 13662—2018)理化指标的最低标准。

表 8 传统青稞酒理化指标检测结果

指标	酒精 度/%	酸度/ (g·L <sup>-1</sup> )	总糖/ (g·L <sup>-1</sup> )	非糖固 形物/(g·L <sup>-1</sup> )	氨基酸态 氮/(g·L <sup>-1</sup> )
原酒	6.95±0.16a	3.42±0.21c	15.50±0.42a	14.66±0.02a	0.17±0.06a
硅藻土	6.00±0.12c	3.60±0.03a	15.13±0.07d	13.01±0.11d	0.16±0.22b
壳聚糖	5.11±0.16d	3.40±0.12c	15.23±0.11c	12.33±0.26f	0.16±0.03b
PVPP	6.12±0.16b	3.55±0.06b	14.30±0.17e	12.78±0.01e	0.15±0.01c
皂土	6.94±0.01a	3.40±0.03c	15.45±0.12b	13.87±0.03b	0.16±0.04b
明胶	6.82±0.13ab	3.20±0.22d	15.23±0.14c	13.56±0.16c	0.15±0.22c

注:同列小写字母不同表示差异有统计学意义(p<0.05)。

3 结论

硅藻土对传统青稞酒的澄清效果最好,当硅藻土的添加量为 2.4 g/L 时,贮藏 7 d 的传统青稞酒透光率可以达到 55.84 %,L\*可以达到 26.63,感官评分可以达到 70 分以上。壳聚糖澄清效果较好,但口感下降,PVPP 不能有效抑制褐变,皂土澄清时间较长,明胶对传统青稞酒澄清效果不明显,不能抑制传统青稞酒褐变,口感也明显下降。添加澄清剂后青稞酒的各项理化指标符合《黄酒》标准(GB/T 13662—2018)。综上所述从时间和经济成本考虑,添加 2.4 g/L 的硅藻土对传统青稞酒澄清效果最好。

参考文献:

[1] 卢灏泽,杨帆,贾福晨,等. 西藏传统青稞酒的相关研究及前景分析[J]. 轻工科技, 2021, 37(5): 19-21.

[2] 姜欣,江伟,谢三款,等. 青稞品种对青稞发酵酒营养与感官品质的影响[J]. 食品科学, 2023, 44(5): 38-44.

[3] 祁万军,李善文,陈占秀,等. 一株酿酒酵母在青稞酒生产中的应用[J]. 酿酒科技, 2021(10): 112-119.

[4] 孙海浪,鲁水龙,马延斌,等. 冷冻过滤+树脂净化除浊工艺在青稞酒中的应用研究[J]. 酿酒科技, 2023(1): 98-103.

[5] 于聪,毛建利,李艳. 黑果腺肋花楸酒澄清工艺条件优化[J]. 食品研究与开发, 2020, 41(21): 97-102.

[6] 焦红茹,刘爱国,谢春梅,等. 蛋清粉对蛇龙珠干红葡萄酒澄清效果的研究[J]. 保鲜与加工, 2022, 22(8): 29-33, 40.

[7] 杨璐,范少丽,李宏,等. 不同澄清剂对桑葚果酒品质的影响[J]. 新疆农业科学, 2022, 59(4): 863-873.

[8] 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.

[9] 李慧敏. 红曲柿酒加工工艺及品质研究[D]. 南宁: 广西大学, 2020.

[10] 余汪平,普冰清,孔庆龙,等. 雕梅发酵酒的澄清工艺及稳定性研究[J]. 食品研究与开发, 2020, 41(17): 140-143, 150.

[11] 刘阳,李玉斌,邓静,等. 青稞科瓦斯澄清工艺优化研究[J]. 粮食与油脂, 2022, 35(7): 120-124.

[12] 刘蒙佳,周强,吴锦梅,等. 不同澄清方法对黑糯米酒品质的影响研究[J]. 酿酒科技, 2022(9): 41-45, 51.

[13] 刘军波,蒋勤超,翁丽萍,等. 澄清剂对蓝莓果酒理化指标的影响[J]. 饮料工业, 2020, 23(5): 43-45.

[14] 吕艳梅,依力努尔,宋长冰,等. 不同澄清剂对‘赤霞珠’干红葡萄酒澄清效果及品质的影响[J]. 中外葡萄与葡萄酒, 2022(4): 40-44.

[15] 许引虎,谢再斌,杨萌,等. 枸杞果酒酿造工艺的研究进展[J]. 酿酒科技, 2023(1): 117-122.

[16] 姜丹,张安花,马小勇,等. 茶香型混合预调酒澄清剂筛选与澄清工艺优化[J]. 安徽农学通报, 2022, 28(11): 133-136.

[17] 李德燕,贺红早. 不同澄清剂对酥李果酒澄清效果的影响[J]. 食品研究与开发, 2020, 41(15): 62-67.

- [18] 唐智, 喻学淳, 胡永奇, 等. 复合澄清剂对桂圆果酒的澄清作用研究 [J]. 食品与发酵科技, 2022, 58(4): 25-31.
- [19] LÓPEZ F, PESCADOR P, GÜELL C, et al. Industrial Vinegar Clarification by Cross-Flow Microfiltration: Effect on Colour and Polyphenol Content [J]. Journal of Food Engineering, 2005, 68(1): 133-136.
- [20] ZHANG X Y, BOWYER P, SCOLLARY G R, et al. Sulfide-Bound Copper Removal from Red and White Wine Using Membrane and Depth Filters: Impacts of Oxygen,  $H_2S$ -to-Cu Ratios, Diatomaceous Earth and Wine Volume [J]. Food Chemistry, 2022, 377: 131758.
- [21] 常馨佳. 多级过滤对干红葡萄酒品质的影响及应用研究 [D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2022.
- [22] 马烁, 刘瑾, 赵华. 青芒果调味液的工艺优化研究及香气成分分析 [J]. 中国调味品, 2023, 48(5): 170-174.
- [23] 董彩文, 王雪纯, 李桥梁, 等. 蜂蜜酒澄清条件研究 [J]. 粮食与油脂, 2023, 36(2): 78-80.
- [24] 管永盛, 苏成勇, 李娟, 等. 不同澄清剂对黑蒜红枣酒澄清效果的对比 [J]. 饮料工业, 2020, 23(2): 22-25.
- [25] LOPEZ S, CASTRO R, GARCIA E, et al. The Use of Activated Charcoal in Combination with other Fining Agents Andits Influence on the Organoleptic Properties of Sherry Wine [J]. European Food Research and Technology = : Zeitschrift Fur Lebensmittel-Untersuchung Und -Forschung A, 2001, 212(6): 671-675.
- [26] 张睿, 卢艺惠, 王朝宇, 等. 复合澄清剂澄清姜汁的工艺 [J]. 食品工业, 2020, 41(6): 107-112.
- [27] 王鑫, 修伟业, 毕海鑫, 等. 发酵蓝锭果果汁澄清工艺及贮藏稳定性研究 [J]. 包装工程, 2023, 44(11): 87-98.
- [28] 毛海峰, 刘毓超, 王亮, 等. 枸杞蜂蜜酒的澄清及稳定性研究 [J]. 酿酒, 2020, 47(2): 80-84.
- [29] 时文青, 张仁堂, 刘光东, 等. 枣酒和其他果酒澄清净化及陈化技术研究进展 [J]. 中国酿造, 2022, 41(11): 1-6.
- [30] GÓMEZ-PLAZA E, GIL-MUÑOZ R, LÓPEZ-ROCA J M, et al. Effect of the Addition of Bentonite and Polyvinylpolypyrrolidone on the Colour and Long-Term Stability of Red Wines [J]. Journal of Wine Research, 2000, 11(3): 223-231.
- [31] SARNI-MANCHADO P, FULCRAND H, SOUQUET J M, et al. Stability and Color of Unreported Wine Anthocyanin-Derived Pigments [J]. Journal of Food Science, 1996, 61(5): 938-941.
- [32] OLATONA F A, ONABANJO O O, UGBAJA R N, et al. Dietary Habits and Metabolic Risk Factors for Non-Communicable Diseases in a University Undergraduate Population [J]. Journal of Health, Population, and Nutrition, 2018, 37(1): 21.
- [33] 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.
- [34] TÜRKYILMAZ M, YEMİŞ O, OZKAN M. Clarification and Pasteurisation Effects on Monomeric Anthocyanins and Percent Polymeric Colour of Black Carrot (*Daucus carota* L.) Juice [J]. Food Chemistry, 2012, 134(2): 1052-1058.
- [35] 李娜, 任杰, 王丽卫, 等. 发酵枸杞酒沉淀物成分鉴定及稳定性提升研究 [J]. 食品工业科技, 2023, 44(2): 41-50.