

DOI: 10.13652/j.issn.1003-5788.2021.12.026

甘蔗糖蜜料酒制备工艺优化及品质分析

Preparation technology optimization and quality analysis of sugarcane molasses cooking wine

吴德光^{1,2} 胡智慧¹ 刘广新³ 时伟¹WU De-guang^{1,2} HU Zhi-hui¹ LIU Guang-xin³ SHI Wei¹

(1. 茅台学院酿酒工程系, 贵州 仁怀 564500; 2. 天津科技大学生物工程学院,

天津 300457; 3. 安琪酵母股份有限公司, 湖北 宜昌 443003)

(1. Department of Brewing Engineering, Moutai Institute, Renhuai, Guizhou 564500, China;

2. College of Biotechnology, Tianjin University of Science & Technology, Tianjin 300457, China;

3. Angel Yeast Co., Ltd., Yichang, Hubei 443003, China)

摘要:目的:以甘蔗糖蜜为原料,研制一款新型调味料酒。

方法:采用单因素试验探究糖蜜发酵酒的最佳酒母醪配方,并以此配方用 5 L 发酵罐制备糖蜜发酵酒为酒基,采用正交试验优化活性炭最佳脱色工艺条件,再用单因素试验确定调味剂的最佳添加比例。**结果:**糖蜜发酵酒的最佳酒母醪配方为初糖质量浓度 200 g/L、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 添加量 1.0 g/L、玉米浆添加量 10 g/L、 MgSO_4 添加量 0.2 g/L、NaCl 添加量 0.5 g/L、 KH_2PO_4 添加量 0.5 g/L、CaO 添加量 0.2 g/L;最佳脱色工艺条件为活性炭添加量 2%,脱色时间 30 min,脱色温度 55 ℃;调味剂的最佳添加比例为食用盐 1.5 g/100 mL,味精 0.4 g/100 mL,混合香辛料 0.06%。**结论:**利用甘蔗糖蜜酿造料酒工艺可行,制备的糖蜜料酒清亮透明,香气协调,口味鲜美,其理化指标与微生物指标符合调味料酒行业标准(SB/T 10416—2007)对新型调味料酒的要求。

关键词:甘蔗糖蜜;料酒;发酵;脱色;风味物质

Abstract: Objective: A new cooking wine was developed using sugarcane molasses as raw material. **Methods:** The single factor experiment was used to investigate the optimal composition of yeast mash in the brewing process, and the molasses fermented wine was used as liquor base of cooking wine, prepared in a 5 L automated fermenter under the optimized process condition. The

optimal decolorization conditions of activated carbon were screened by using orthogonal test, while the single factor experiment was used to determine the optimal added proportion of the flavoring agents. **Results:** The optimal composition of the yeast mash in the brewing process of molasses fermented wine was as follows. The concentration of the initial sugar, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, steepwater, MgSO_4 , NaCl, KH_2PO_4 and CaO was 200 g/L, 1.0 g/L, 10 g/L, 0.2 g/L, 0.5 g/L, 0.5 g/L and 0.2 g/L, respectively. The optimal decolorization conditions were as follows: the activated carbon content was 2%, decolorized at 55 ℃ for 30 min. The optimal added proportion of the flavoring agents were 1.5 g/100 mL edible salt, is 0.4 g/100 mL monosodium glutamate and 0.06% of mixed spices is. **Conclusion:** It is feasible for brewing cooking wine used sugarcane molasses. The prepared cooking wine is transparent, aroma coordination and taste fresh. Furthermore, its physical and chemical indexes and microbial indexes in accordance with the industry standard for seasoning wine (SB/T 10416—2007).

Keywords: sugarcane molasses; cooking wine; fermentation; decolorization; flavor substance

基金项目:贵州省基础研究计划(基金)项目(编号:[2020]1Y150);贵州省教育厅青年科技人才成长项目(编号:黔教合 KY 字[2018]445);遵义市科技计划项目(编号:遵义市科合 HZ 字[2021]334 号)

作者简介:吴德光,男,茅台学院副教授,天津科技大学在读博士研究生。

通信作者:时伟(1986—),男,茅台学院副教授,江南大学在读博士研究生。E-mail: shi11wei@126.com

收稿日期:2021-11-21

料酒是一类专用于烹饪的调味用酒,具有去腥解腻^[1]、减轻膻味^[2]、提味增鲜^[3]、增香赋色^[4]的功效。除乙醇之外,料酒还含有丰富的酯类、氨基酸、维生素和微量元素等,不仅能赋予食物特殊的香味,还具有提供营养的作用^[5]。近年来,随着食品工业的迅速发展,多样化的料酒酿造原料与工艺创新受到越来越多的关注,其中寻求低成本的新型酿造原料对降低企业生产成本,促进料酒行业的发展有着重大意义。甘蔗糖蜜是蔗糖生产过程中的主要副产物,约含有 46% 的糖、3% 的粗蛋白和维生素等营养成分^[6],通常用来生产活性干酵母、酒精、乳酸、

茁霉多糖等各种食品或医药化工产品^[7-9]。其中绝大部分被用于酒精生产,每年因糖蜜酒精产生的废水排放量高达 650 万 t^[10]。若以甘蔗糖蜜为原料酿造料酒不仅可以拓展糖蜜的应用途径,而且可以减少废水排放量。

研究拟以甘蔗糖蜜为原料,对甘蔗糖蜜料酒的发酵、脱色等工艺进行优化,并对其品质进行分析,旨在为糖蜜料酒的工业化生产提供理论指导与参考依据。

1 材料与方法

1.1 材料及试剂

甘蔗糖蜜:天津某制糖企业;

黄酒专用活性干酵母(Y-ADY):安琪酵母股份有限公司;

MgSO₄:分析纯,天津市化学试剂厂;

NaCl、KH₂PO₄、CaO、(NH₄)₂SO₄:分析纯,天津市北方天医化学试剂厂;

葡萄糖:分析纯,天津江天化工技术有限公司;

玉米浆:河北康欣制药有限公司;

糖液脱色专用活性炭(符合 GB/T 13803.3—1999 优级标准)、食盐、味精、食用香辛料(肉桂、丁香、茴香、黄酒香精):市售;

Y-ADY→活化



糖蜜除杂→稀释→煮沸除菌→配制酒母醪→发酵→过滤除菌→酒用活性炭除臭、除色→糖蜜发酵酒→调味→糖蜜料酒

1.3.2 糖蜜发酵工艺的单因素试验

(1) 甘蔗糖蜜初糖质量浓度的确定:在 250 mL 三角瓶发酵过程中,设定甘蔗糖蜜初糖质量浓度(以葡萄糖计)分别为 180, 200, 220, 240 g/L, 酒母醪中其他成分为玉米浆添加量 5 g/L, (NH₄)₂SO₄ 添加量 2 g/L, MgSO₄ 添加量 0.2 g/L, NaCl 添加量 0.5 g/L, KH₂PO₄ 添加量 0.5 g/L, CaO 添加量 0.2 g/L。装液量为 200 mL, 30 °C 下静态发酵,每隔 12 h 称重,当 CO₂ 失重小于 0.1 g 时即为发酵结束。考察甘蔗糖蜜初糖质量浓度对发酵酒精度、残糖以及 CO₂ 累积失重的影响。

(2) 玉米浆添加量的确定:在 250 mL 三角瓶发酵过程中,设定玉米浆添加量分别为 2.5, 5.0, 7.5, 10.0 g/L, 酒母醪中其他成分为甘蔗糖蜜初糖质量浓度 200 g/L, (NH₄)₂SO₄ 添加量 2 g/L, MgSO₄ 添加量 0.2 g/L, NaCl 添加量 0.5 g/L, KH₂PO₄ 添加量 0.5 g/L, CaO 添加量 0.2 g/L。装液量为 200 mL, 30 °C 下静态发酵,每隔 12 h 称重,当 CO₂ 失重小于 0.1 g 时即为发酵结束。考察玉米浆添加量对发酵酒精度、残糖以及 CO₂ 累积失重的影响。

(3) 硫酸铵添加量的确定:在 250 mL 三角瓶发酵过程中,设定硫酸铵添加量分别为 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 g/L, 酒母醪中其他成分为甘蔗糖蜜初糖质量浓度 200 g/L, 玉米浆添加量 5 g/L, MgSO₄ 添加量 0.2 g/L, NaCl 添加量 0.5 g/L, KH₂PO₄ 添加量 0.5 g/L, CaO 添加量 0.2 g/L。装液量为 200 mL, 30 °C 下静态发酵,每隔 12 h 称重,当

乙酸乙酯、乳酸乙酯、乙酸异戊酯、琥珀酸二酯、正丙醇、异丁醇、异戊醇、β-苯乙醇、乙酸、乳酸、酒石酸、琥珀酸标准品:色谱级,纯度≥98.0%,美国 Sigma 公司。

1.2 仪器及设备

酸度计:FE20 型,梅特勒—托利多仪器(上海)有限公司;

精密酒度计:HK6542 型,上海化科实验器材有限公司;

凯氏定氮仪:KDN-818 型,上海纤检仪器有限公司;

5 L 全自动发酵罐:GS-8000 型,上海广世生物工程有限公司;

紫外分光光度计:752N 型,上海仪电分析仪器有限公司;

气相色谱仪:Agilent7890A 型,配 FID 检测器,HP-INNOWax 1909IN-213(30 m×0.32 mm×5 μm),安捷伦科技(中国)有限公司;

液相色谱仪:Agilent1200 型,DAD 检测器,HPX-87H 柱(300 mm×7.8 mm×9 μm),安捷伦科技(中国)有限公司。

1.3 试验方法

1.3.1 糖蜜料酒工艺流程

糖蜜除杂→稀释→煮沸除菌→配制酒母醪→发酵→过滤除菌→酒用活性炭除臭、除色→糖蜜发酵酒→调味→糖蜜料酒

CO₂ 失重小于 0.1 g 时即为发酵结束。考察硫酸铵添加量对发酵酒精度、残糖以及 CO₂ 累积失重的影响。

1.3.3 糖蜜发酵酒小试制备 以单因素试验优化出的营养成分配方配制 4 L 酒母醪,将其装入 5 L 发酵罐中,Y-ADY 接种量 2 g/L,转速 50 r/min,发酵温度 30 °C,每隔 12 h 取样测定酒精度和残糖,当残糖低于 5 g/L 时即为发酵终点。发酵液经离心、过滤除菌后得到糖蜜发酵酒。

1.3.4 糖蜜发酵酒的脱色 为确定糖蜜发酵酒的最佳脱色处理工艺条件,以 1.3.3 中制备的糖蜜发酵酒为处理对象,根据有关活性炭处理糖蜜酒精废液的文献报道^[11],选取活性炭用量、脱色时间、脱色温度 3 个影响因素,并根据前期预试验结果将每个因素设置 3 个水平(见表 1),以脱色率为指标进行 L₉(3⁴) 正交试验。

糖蜜发酵酒经活性炭吸附后采用双层滤纸过滤,在 380 nm 测定其透光度并计算脱色率^[12]。最后测定糖蜜发酵酒经最佳脱色工艺处理后的酒精度、总糖、总酸、氨基酸态氮以及主要风味物质。

表 1 正交试验因素与水平设计

Table 1 Factors and levels of orthogonal test

水平	A 活性炭用量/%	B 脱色时间/min	C 脱色温度/°C
1	1	20	45
2	2	30	50
3	3	40	55

1.3.5 糖蜜料酒的调配 设置食盐的添加梯度为 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0 g/100 mL; 味精的添加梯度为 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0, 1.2 g/100 mL。4 种香精(肉桂、丁香、茴香、黄酒)按 1:1:1:1 配制混合香料后设置添加梯度(体积分数)为 0.02%, 0.04%, 0.06%, 0.08%, 0.10%, 0.12%。每种调味剂的调配试验各取 6 份 200 mL 的糖蜜发酵酒, 分别按上述分组添加不同浓度梯度的相应调味剂。经充分搅拌溶解后, 由 10 名专业品酒师对其进行感官品评后投票, 选出每种调味剂的最适添加量。

1.4 测定项目及分析方法

1.4.1 糖蜜总糖 兰因—艾农法^{[13]607-610}。

1.4.2 非发酵糖、残糖 斐林试剂法^{[13]611-613}。

1.4.3 总氮 凯氏定氮法^[14]。

1.4.4 酒精度 按 GB 5009.225—2016 执行。

1.4.5 食盐、总酸、氨基酸态氮 按 SB/T 10416—2007 执行。

1.4.6 主要挥发性风味成分 气相色谱法^[15]。

(1) 气相色谱条件:柱温 75 °C; 进样室温度 200 °C; FID 检测器温度 230 °C; H₂ 流量 30 mL/min, N₂ 流量 20 mL/min, 空气流量 400 mL/min; 隔垫吹扫流量 3 mL/min; 分流比 20:1; 进样量 1 μL。

(2) 定量方法:内标法。以 2-辛醇作为内标, 质量浓度为 2 mg/L。

1.4.7 主要有机酸含量 液相色谱法^[16]。

(1) 液相色谱条件:流动相为 5 mmol/L 的硫酸溶液, 柱温 60 °C, 流速 0.6 mL/min, 检测时间 48 min, 进样量为 20 μL。

(2) 定量方法:外标法。

2 结果与讨论

2.1 甘蔗糖蜜常规指标

试验所用甘蔗糖蜜样品常规指标见表 2。从表 2 可以看出, 甘蔗糖蜜中总糖质量百分比为 66.89%, 且总氮质量百分比为 0.68%, 表明糖蜜作为天然的发酵原料, 可

表 2 糖蜜常规指标

Table 2 Molasses regular index

总糖/%	可发酵糖/%	非发酵糖/%	总氮/%	pH
66.89	66.77	0.12	0.68	5.00

以为料酒酿造的微生物繁殖提供丰富的碳源、氮源。而且糖蜜中的活性物质一些也可能对料酒发酵有一定的促进作用^[17]。

2.2 糖蜜料酒发酵工艺确定

2.2.1 甘蔗糖蜜初糖质量浓度的确定 料酒是一种低酒精度的配制酒, 其酒精度一般在 15% vol 以下, 试验拟选取料酒的酒精度范围为 12% vol~13% vol。由图 1 可以看出, 随着初糖质量浓度的增加, 酒精度和残糖随之增加。当糖质量浓度为 180 g/L 时, 残糖最低, 但酒精度低于选取的范围; 且此时的 CO₂ 累积失重也最少, 而糖质量浓度在 200 g/L 及以上时 CO₂ 累积失重无明显差异, 说明糖质量浓度为 180 g/L 时酒母醪中表现为底物不足。当糖质量浓度达到 220 g/L 及以上时, 酒精度虽升高, 但残糖也随之增加。当糖质量浓度为 200 g/L 时, 酒精度为 12.6% vol, 残糖为 10.7 g/L, 酒精度符合要求且发酵较为彻底。故酒母醪中最佳甘蔗糖蜜初糖质量浓度确定为 200 g/L。

2.2.2 玉米浆添加量的确定 由图 2(a) 可以看出, 随着玉米浆添加量的增加, 酒精度逐渐上升, 残糖含量逐渐下降。由图 2(b) 可以看出, 随着玉米浆添加量的增加, CO₂ 累积失重也随之稍有增加, 说明氮源供给充足可促进发酵更为彻底。当玉米浆添加量为 10 g/L 时, 酒精度为 12.8% vol, 残糖为 5 g/L, 发酵最为彻底。故酒母醪中玉米浆的最佳添加量确定为 10 g/L。

2.2.3 硫酸铵添加量的确定 由图 3 可以看出, 随着硫酸铵添加量的增大, 酒精度呈先上升后下降的趋势, 残糖含量逐渐下降。当硫酸铵添加量为 1 g/L 时, 酒精度最高 (13% vol), 残糖也较低 (5.2 g/L), 且此时 CO₂ 累积失重

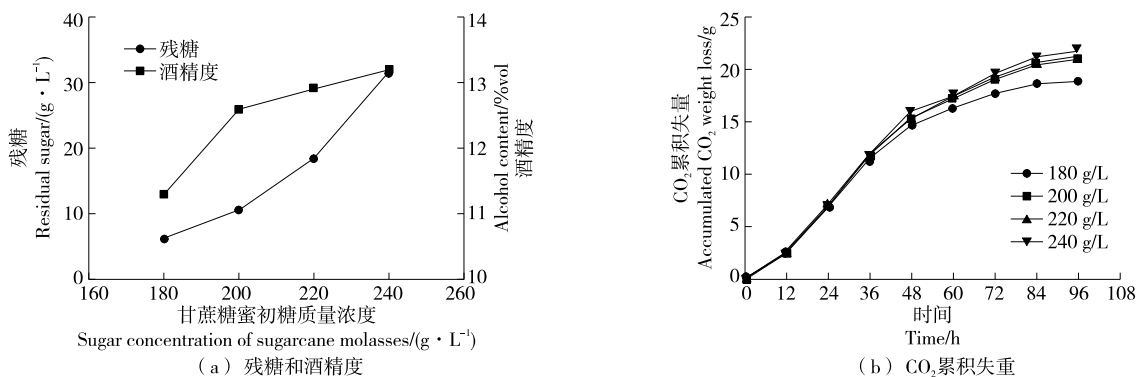


图 1 酒母醪中甘蔗糖蜜初糖浓度的优化

Figure 1 Optimization of initial sugar concentration of sugarcane molasses in barm mash

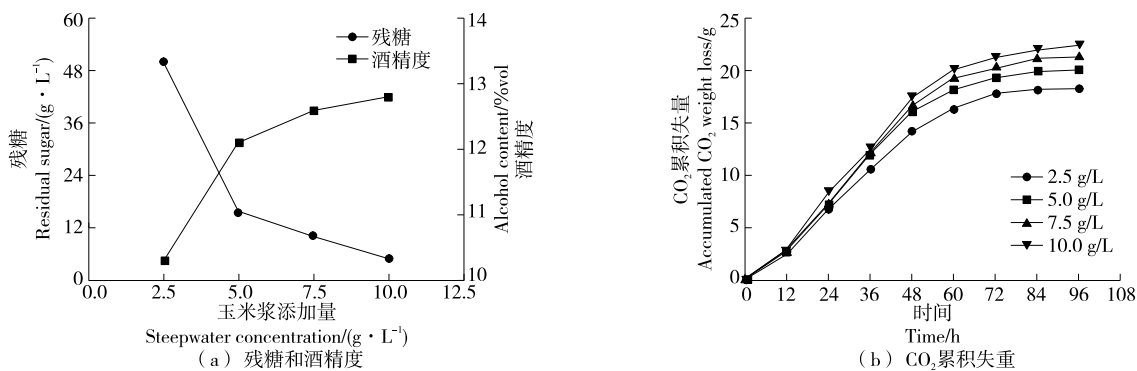


图 2 酒母醪中玉米浆添加量的优化

Figure 2 Optimization of steepwater concentration in barm mash

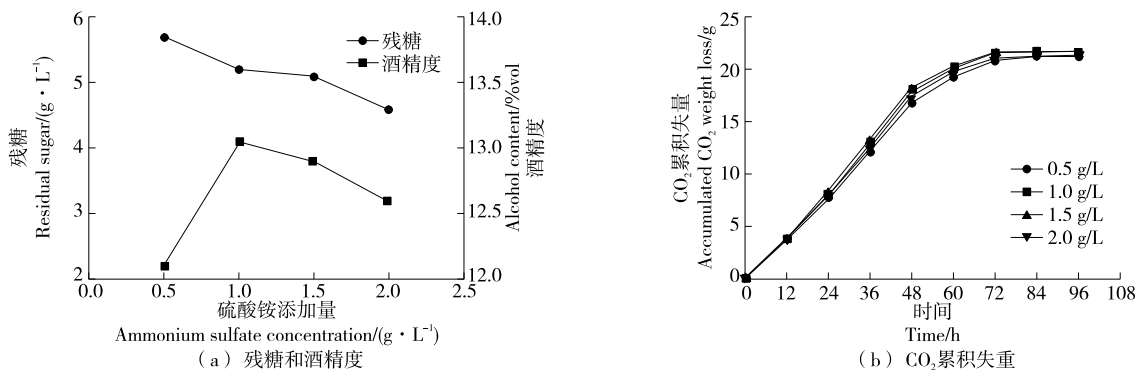


图 3 酒母醪中硫酸铵添加量的优化

Figure 3 Optimization of ammonium sulfate concentration in barm mash

与其他各试验组无显著性差异,说明当硫酸铵添加量为 1 g/L 时酒母醪中的氮源供给已满足该发酵体系的需求。故酒母醪中硫酸铵的最佳添加量确定为 1 g/L。

综合单因素试验结果表明,利用甘蔗糖蜜发酵生产料酒的最佳酒母醪配方为:初糖质量浓度 200 g/L,玉米浆添加量 10 g/L,(NH₄)₂SO₄ 添加量 1.0 g/L,同时其他微量元素添加量为:MgSO₄ 0.2 g/L,NaCl 0.5 g/L,KH₂PO₄ 0.5 g/L,CaO 0.2 g/L。

2.3 糖蜜发酵酒小试制备

以甘蔗糖蜜为发酵原料,根据 2.2 中确定的酒母醪配方进行 5 L 发酵罐小试,酒精度、糖质量浓度随时间变化曲线如图 4 所示。由图 4 可以看出,随着糖分的消耗,酒精度逐渐升高;待糖分消耗殆尽时,酒精度也趋于平缓。在发酵 0~12 h 时,糖质量浓度下降较慢、酒精度上升较慢,主要是由于此阶段为酵母生长的延滞期,同时酵母菌利用发酵酒母醪中的溶氧进行细胞增殖;在发酵 12~36 h 时,耗糖速度最快,酒精度增幅最大;发酵 36 h 后,随着耗糖速度的减慢,酒精度增幅也随之减小,并趋于平缓。由此说明,该糖蜜料酒的发酵工艺符合生物工业发酵的动力学规律,具有切实的可行性。

2.4 糖蜜发酵酒脱色

甘蔗糖蜜中含有较多的酚类色素与焦糖色素,使其

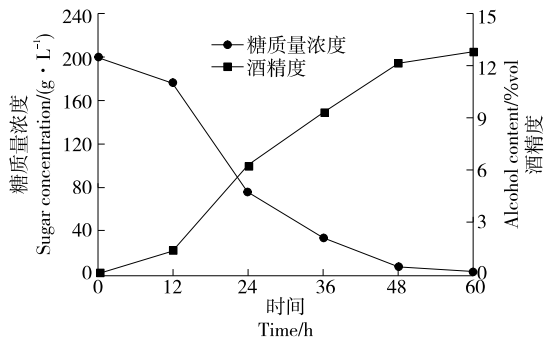


图 4 酒精度、糖质量浓度随时间变化曲线

Figure 4 The curve of alcohol and sugar concentration changing with time

色度大、颜色深,经酒精发酵后不但不会减弱或消褪,而且还会产生少许的酒精臭味,故糖蜜发酵酒作为调味料酒的酒基必须对其进行脱色除臭。常用于酿酒和酒精工业的脱色介质主要有活性炭、淀粉、硅藻土等材料^[18-19],其中活性炭对以糖蜜为原料的发酵醪液有极佳的脱色除臭效果且成本低廉,故选用活性炭作为糖蜜发酵酒的脱色剂。在前期预试验中对影响脱色效果的 3 个主要因素(活性炭用量、脱色时间、脱色温度)进行单因素试验,并以此为基础设计并进行了正交试验,其结果如表 3 所示。

由表 3 可知,影响活性炭脱色的各因素主次顺序为

活性炭添加量>脱色时间>脱色温度。此外,根据正交试验结果的直观分析,可以确定糖蜜发酵酒的最佳脱色工艺参数组合为 $A_2B_2C_3$,即活性炭添加量为 2%,脱色时间为 30 min,脱色温度为 55 ℃。

2.5 糖蜜发酵酒品质分析

在最佳脱色工艺条件下,对 2.3 中制备的糖蜜发酵酒进行脱色、过滤后,测定其主要理化指标与风味物质。

2.5.1 主要理化指标 由表 4 可知,经脱色处理后的糖蜜发酵酒其酒精度为 12.8% vol,总糖 2.8%,总酸(以乳酸计) 4.8 g/L,氨基酸态氮 0.33 g/L,符合调味料酒行业标准(SB/T 10416—2007)的相关要求,适合做糖蜜料酒的酒基。

2.5.2 主要风味物质 由表 5 可知,糖蜜发酵酒中含有丰富的醇类、酯类和有机酸。其中醇类主要包括 β -苯乙醇、异戊醇、异丁醇等,能赋予酒体的醇厚感,同时对肉类食材具有去腥解腻的作用^[20];酯类主要包括乙酸乙酯、乳酸乙酯等,是料酒香气的主要骨架成分^[21];有机酸主要包括乙酸、乳酸等,是料酒中的重要呈味物质^[22],因此利用甘蔗糖蜜作为酿造料酒的代用原料具有良好的推广价值与应用前景。

2.6 糖蜜料酒调配

以脱色后的糖蜜发酵酒为酒基,参照调味料酒行业

表 3 活性炭脱色正交试验设计及结果

Table 3 Results and analysis of orthogonal test for decolorization of activated carbon

序号	A	B	C	空列	脱色率/%
1	1	1	1	1	78.26
2	1	2	2	2	85.67
3	1	3	3	3	86.34
4	2	1	2	3	89.56
5	2	2	3	1	95.25
6	2	3	1	2	91.24
7	3	1	3	2	90.17
8	3	2	1	3	92.03
9	3	3	2	1	93.46
k_1	83.42	86.00	87.18	88.99	
k_2	92.02	90.98	89.56	89.03	
k_3	91.89	90.35	90.59	89.31	
R	8.6	4.98	3.41	0.32	

表 4 糖蜜发酵酒主要理化指标

Table 4 Main physical and chemical indexes of molasses fermented wine

总糖/%	总酸(以乳酸计)/ (g · L ⁻¹)	酒精度/%vol	氨基酸态氮/ (g · L ⁻¹)
2.8	4.8	12.8	0.33

表 5 糖蜜发酵酒中主要风味物质及其含量

Table 5 The content of molasses cooking wine main flavor substances mg/100 mL

物质	含量	物质	含量
乙酸乙酯	6.23	异戊醇	30.71
乙酸异戊酯	4.95	β -苯乙醇	62.88
乳酸乙酯	9.52	乙酸	145.28
琥珀酸二乙酯	1.67	乳酸	232.61
正丙醇	3.72	酒石酸	16.90
异丁醇	8.18	琥珀酸	30.54

标准(SB/T 10416—2007)及食品添加剂使用标准(GB 2760—2014)的相关要求,分别对食盐、味精、混合香辛料进行不同添加量的单因素试验,经感官品评后,10 位品酒师中 8 人优选 1.5 g/100 mL 的食盐添加量为适宜咸感;6 人优选 0.4 g/100 mL 的味精添加量为适宜鲜感;7 人优选 0.06% 的混合香辛料添加量为适宜香味。因此按照遵循适合大众口感的原则,确定糖蜜料酒调味剂的最适添加量配方为:食盐 1.5 g/100 mL,味精 0.4 g/100 mL,混合香辛料 0.06%。

2.7 糖蜜料酒质量评定

2.7.1 感官指标 色泽:淡黄色,清亮透明,有光泽;香气:浓郁舒适的香料气味,香气协调平稳;口味:醇厚,柔和鲜爽,无异杂味;风味:酒体协调,具有调味料酒的典型风格。

2.7.2 理化指标 酒精度(20 ℃) $\geq 12\%$ vol;氨基酸态氮(以氮计) ≥ 0.2 g/L;总酸(以乳酸计) 4.0~5.0 g/L;食盐(以氯化钠计) ≥ 10 g/L。

2.7.3 微生物指标 细菌总数 ≤ 50 CFU/mL,大肠菌群 ≤ 3 MPN/100 mL,致病菌未检出。

3 结论

以甘蔗糖蜜为原料酿造料酒,在基础微量成分(MgSO₄ 添加量 0.2 g/L,NaCl 添加量 0.5 g/L,KH₂PO₄ 添加量 0.5 g/L,CaO 添加量 0.2 g/L)确定的前提下,经单因素试验优化得到甘蔗糖蜜初糖质量浓度为 200 g/L、硫酸铵添加量为 1.0 g/L、玉米浆添加量为 10 g/L。其最佳脱色工艺条件为活性炭添加量 2%,脱色时间 30 min,脱色温度 55 ℃。以经脱色后得到的糖蜜发酵酒为酒基开发的新型糖蜜料酒符合调味料酒行业标准(SB/T 10416—2007)。后续将对甘蔗糖蜜料酒的食品安全、风味特征以及烹饪功效等方面进行更深入的研究,以期实现糖蜜料酒的工业化生产。

参考文献

- [1] 伍文驰,张楷正,李琼,等.一种酿造料酒的制备及其去腥效果研究[J].中国调味品,2020,45(1):118-121,125.

- WU Wen-chi, ZHANG Kai-zheng, LI Qiong, et al. Study on the preparation of a brewed cooking wine and its deodorization effect[J]. China Condiment, 2020, 45(1): 118-121, 125.
- [2] 李海涛, 姚开, 贾冬英. 料酒祛羊肉膻味和增香的机理分析[J]. 农业技术与装备, 2010(24): 9-11.
LI Hai-tao, YAO Kai, JIA Dong-ying. Mechanism analysis of removing mutton smell and enhancing aroma with cooking wine[J]. Agricultural Technology & Equipment, 2010(24): 9-11.
- [3] 李英, 吴梦, 郭壮, 等. 市售调味料酒产品品质的评价[J]. 中国调味品, 2017, 42(5): 128-132.
LI Ying, WU Meng, GUO Zhuang, et al. Quality evaluation of commercial seasoning wine samples[J]. China Condiment, 2017, 42(5): 128-132.
- [4] 王妍. 料酒的调味增香机理[J]. 中国调味品, 2005(7): 32-34.
WANG Yan. The mechanism of cooking wine enhance the flavor of food[J]. China Condiment, 2005(7): 32-34.
- [5] 胡杨. 料酒的工业化生产与质量控制[J]. 江苏调味副食品, 2017(3): 12-14.
HU Yang. Industrial production and quality control of cooking wine[J]. Jiangsu Condiment and Subsidiary Food, 2017(3): 12-14.
- [6] FAROOQ U, ANJUM F M, ZAHOOR T, et al. Optimization of lactic acid production from cheap raw material: Sugarcane molasses [J]. Pakistan Journal of Botany, 2012(44): 333.
- [7] 秦菊霞. 蔗糖及甘蔗糖蜜发酵生产 L-乳酸的研究[D]. 南宁: 广西大学, 2008: 4-12.
QIN Ju-xia. Study on the basic technics of L-lactic acid fermentation from sucrose and cane molasses[D]. Nanning: Guangxi University, 2008: 4-12.
- [8] 杨丽峰. 甘蔗糖蜜中影响高浓度乙醇发酵的主要因素[D]. 柳州: 广西科技大学, 2016: 1-5.
YANG Li-feng. Study on the main fermentation factors of sugarcane molasses in very high gravity ethanol fermentation[D]. Liuzhou: Guangxi University of Science and Technology, 2016: 1-5.
- [9] 邓学良, 周文化, 曹清明. 甘蔗糖蜜发酵合成霉菌多糖条件的研究[J]. 食品与机械, 2007, 23(6): 11-13.
DENG Xue-liang, ZHOU Wen-hua, CAO Qing-ming. Study on pululan fermentation with cane molasses as culture materia[J]. Food & Machinery, 2007, 23(6): 11-13.
- [10] 杨辉. 糖蜜酒精废水的中试消化和生态净化及规模化厌氧示范[D]. 南宁: 广西大学, 2021: 1-2.
YANG Hui. Pilot-scale digestion and ecological purification of molasses alcohol wastewater and a full-scale anaerobic demonstration[D]. Nanning: Guangxi University, 2021: 1-2.
- [11] 张健平, 杨方燕. 活性炭吸附法处理糖蜜酒精废水工艺条件的探讨[J]. 云南化工, 2006(6): 17-20.
ZHANG Jian-ping, YANG Fang-yan. Production by the adsorption of activated carbon[J]. Yunnan Chemical Technology, 2006(6): 17-20.
- [12] 吴烈善, 杨希, 罗错, 等. 糖蜜酒精废水的脱色实验研究[J]. 中国酿造, 2009(7): 117-120.
WU Lie-shan, YANG Xi, LUO Kai, et al. Decoloration of molasses alcohol wastewater[J]. China brewing, 2009(7): 117-120.
- [13] 于景芝, 陈尧燊, 俞学锋. 酵母生产与应用手册[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2015.
YU Jing-zhi, CHEN Yao-shen, YU Xue-feng. Handbook of the yeast's production and application [M]. Beijing: China Light Industry Press, 2015.
- [14] 张世仙, 余永华, 金茜, 等. 凯氏定氮法测定茅台酱香型酒糟蛋白质含量[J]. 中国酿造, 2013, 32(1): 130-132.
ZHANG Shi-xian, YU Yong-hua, JIN Qian, et al. Determination of protein in vinasse of Moutai-flavor liquor by Kjeldahl method[J]. China Brewing, 2013, 32(1): 130-132.
- [15] LU Jun, DOND Jian, WU De-guang, et al. Construction of recombinant industrial brewer's yeast with lower diacetyl production and proteinase A activity[J]. European Food Research & Technology, 2012, 235(5): 951-961.
- [16] MA Ru-fei, SUI Lu, AHANG Jing-sheng, et al. Polyphasic characterization of yeasts and lactic acid bacteria metabolic contribution in semi-solid fermentation of Chinese Baijiu (Traditional fermented alcoholic drink): Towards the design of a tailored starter culture[J]. Microorganisms, 2019, 7(5): 147.
- [17] 李清岚, 崔春, 王炜. 甘蔗糖蜜和甜菜糖蜜中主要活性物质及其生理功能研究进展[J]. 食品与机械, 2021, 37(4): 207-211.
LI Qing-lan, CUI Chun, WANG Wei. Research progress the main active components and physiological functions of sugarcane molasses and beet molasses [J]. Food & Machinery, 2021, 37(4): 207-211.
- [18] 丁卫英, 刘金凤, 徐琳, 等. 活性炭脱色糖液效果研究[J]. 农产品加工(学刊), 2009(3): 100-102.
DIN Wei-ying, LIU Jin-feng, XU Lin, et al. Study of the Effects decoloring conditions of powder active carbon on sucrose solution[J]. Academic Periodical of Farm Products Processing, 2009(3): 100-102.
- [19] 曾朝彦, 李湘洲, 张胜, 等. 纳米活性炭对中药或植物活性成分的吸附与缓释研究进展[J]. 食品与机械, 2016, 32(9): 225-228.
ZENG Chao-yan, LI Xiang-zhou, ZHANG Sheng, et al. A review about the adsorption and sustained release of traditional Chinese medicine or plant active components by activated carbon nanoparticles[J]. Food & Machinery, 2016, 32(9): 225-228.
- [20] LU Zhi-yuan, ZHANG Yao-wu, LI Xue-juan, et al. Determination of β -phenylethanol in rice wine by solid phase extraction-gas chromatography[J]. Food Science, 2017(24): 219-223.
- [21] 龙亮. 调味料酒中挥发酯检测方法的研究[J]. 食品安全导刊, 2021(12): 112-113.
LONG Liang. Study on detection method of volatile esters in seasoning wine[J]. China Food Safety Magazine, 2021(12): 112-113.
- [22] 孙国昌, 吴炳园, 缪新兴. 合理提高黄酒酸度的探讨[J]. 中国酿造, 2006(4): 52-53.
SUN Guo-chang, WU Bing-yuan, MIU Xin-xing. Study on improving rice wine acidity[J]. China Brewing, 2006(4): 52-53.