

# 甜酒酿的发酵工艺及其稳定性研究

蔡柳, 熊兴耀, 张婷婷, 曾璐

(湖南省作物种质创新与资源利用重点实验室, 湖南长沙 410128)

**摘要:** 以糯米为原料, 经浸泡、蒸饭、拌曲、糖化和发酵等工序, 得到醇甜清爽、风味和营养具佳的糯米甜酒; 通过 $L_9(3^4)$ 正交试验确定甜酒酿发酵最佳工艺参数: 拌曲量0.2%、发酵温度30℃、发酵时间60 h, 并对糯米甜酒主要指标的稳定性进行了研究。

**关键词:** 糯米; 发酵; 稳定性

文章编号: 1673-9078(2012)5-527-529

## Optimization of Fermentation Process of Glutinous Rice Sweet Wine and the Stability of the Main Fermentation Indices

CAI Liu, XIONG Xing-yao, ZHANG Ting-ting, ZENG Lu

(Hunan Province Key Laboratory of Crop Germplasm Innovation and Utilization, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China)

**Abstract:** After soaked, steamed and mixed with distiller's yeast, Glutinous rice was used as raw material for saccharification and fermentation to product rice sweet wine with excellent flavor and nutrition. Through  $L_9(3^4)$  orthogonal test, the optimum fermentation parameters were determined as distiller's yeast dosage 0.2%, fermentation temperature 30℃ and fermentation time 60 h. The stability of the main indices of glutinous rice sweet wine was also studied.

**Key words:** glutinous rice; fermentation; stability

甜酒酿主要是以糯米为原料, 添加一定量的甜酒曲, 利用酒曲中的根霉和米曲霉等微生物将糊化后的淀粉糖化, 将蛋白质水解成氨基酸, 然后酒药中的酵母菌利用糖化产物进行生长和繁殖, 并通过糖酵解途径将糖转化成酒精而制成的低度酒。糯米甜酒含有丰富的碳水化合物、多种氨基酸、脂肪、维生素、有机酸、微量元素等人体不可缺少的成分<sup>[1]</sup>。其味甘性温, 入脾肾肺经, 具有温胃健脾、益气止泻、生津止汗的作用。

糯米发酵中的酒曲是糖化菌及酵母制剂, 其所含的微生物主要有根霉、毛霉及少量酵母<sup>[2]</sup>, 在发酵过程中是主要的糖化菌。纯种根霉曲, 由于使用了优良根霉, 糖化力强, 可以保证质量, 但由于菌种太纯的缘故, 风味单调, 酒味尚感不足。本试验中所用的酒曲结合了几种根酶的特性、并混合少量的中草药制成, 大幅度改善了发酵的质量及产品风味。

糯米在糖化发酵过程中, 各种成分都发生了比较大的变化。发酵过程中糖化菌首先将糯米中的淀粉分

解成糊精、葡萄糖、麦芽低聚糖、异麦芽低聚糖和其它还原糖类, 赋予发酵液一定的甜味和粘稠感, 接着少量的酵母又将葡萄糖经糖酵解途径转化成酒精, 使其具有一定的酒精度; 其次, 醪中也生成了一些有机酸, 米中的蛋白质在此过程分解成肽、氨基酸, 其次还有一些高级醇和酯类<sup>[3]</sup>。因此, 发酵过程中主要成分的变化直接反应了甜酒酿品质好坏。本文旨在对甜酒酿的发酵工艺进行研究改进, 研究影响其品质主要指标的稳定性, 从而为糯米甜酒的工业化生产提供科学的理论依据。

### 1 材料与方法

#### 1.1 原料

糯米: 泰国进口优质糯米(水分一般在15%以下, 淀粉含量在69%以上)。

酒曲: 湖南农业大学生物质能源实验室研制。

#### 1.2 仪器与设备

蒸锅、恒温培养室、酸度计、紫外分光光度计、电子分析天平。

#### 1.3 方法

还原糖的测定: DNS法<sup>[4]</sup>; 酒精度的检测: 蒸馏-比重法。

收稿日期: 2012-01-03

基金项目: 湖南省长沙市重点项目(1016: DB0079)

作者简介: 蔡柳(1982-), 女, 实习研究员, 研究方向: 农产品深加工

通讯作者: 熊兴耀, 男, 教授, 研究方向: 果品采后生理与加工

试验设计: 本试验采用优质糯米、酒药为原料进行甜酿酒的制作, 进行单因子试验及正交试验。根据产品滋味、色泽、口感、形态进行评分。每十个人为一组, 共三组, 每组去掉一个最高分和一个最低分。取每组平均值, 满分为10分。

1.4 甜酒酿发酵工艺流程

精选糯米→清洗→浸泡→蒸饭→淋水→冷却→拌曲→发酵糖化→甜酒

1.5 操作要点

浸泡: 将选好的糯米清洗后, 将其放在容器中加水浸泡。浸米时间依温度不同而不同, 一般12 h为宜。

蒸饭: 用蒸笼常压蒸饭, 蒸煮要求达到饭粒疏松, 无白心, 透而不烂, 熟而不黏。蒸煮的目的是使淀粉糊化, 挥发出糯米的香味, 也可对原料起到灭菌的作用

淋水冷却: 饭蒸透后, 立即用凉开水冲淋, 使饭粒分离并降温至常温。

拌曲: 用勺将糯米弄散摊匀, 将酒曲均匀地撒在糯米上, 轻轻压实, 中间压出一凹陷窝, 放入恒温培养室中。

发酵: 经发酵后可观察到表面出现白色菌丝, 产生糖液。经过48~60 h, 发酵成熟。

2 结果与分析

2.1 最佳工艺参数的优化

2.1.1 正交试验优化结果与分析

根据前期的单因素试验, 确定影响甜酒酿的主要因素为: 酒曲用量、发酵温度及发酵时间。正交试验以感官评价为指标, 选用 $L_9(3^4)$ 正交表, 因素水平见表1。

表1 正交试验因素水平表

Table 1 Factors and levels of orthogonal experiment

水平	因素		
	A (酒曲量/%)	B (发酵温度/°C)	C (发酵时间/h)
1	0.20	28	36
2	0.25	30	48
3	0.30	32	60

2.1.2 甜酒酿感官评价方法

以10人为评鉴小组, 对甜酒酿产品的色泽, 米粒清晰度, 口感及香味进行评定, 具体细则见表2。

表3为正交试验的结果, 从表中的数据可以看出: 酒曲量、发酵温度, 发酵时间3个因素的极差分别为2.166、0.200和0.633, 极差越大说明此因素对发酵的影响最大, 由极差R大小顺序排除因素的影响大小为: 酒曲量>发酵时间>发酵温度。K值的大小表明该因素的最优水平, K值最大的水平即为该因素的最佳。根据上

表中的K值可得较好的工艺参数为 $A_2B_2C_3$ , 甜酒酿发酵的最佳发酵参数为加曲量0.25%、发酵温度30 °C、发酵时间60 h, 在此条件下其糖度为31%, pH值5.2, 酒精度为3.7%。得到的甜酒酿色泽澄清、酸甜爽口、酒香浓郁, 无怪异气味。

表2 感官评价指标

Table 2 Sensory evaluation index for the rice sweet wine

项目	评分标准	得分(满分10)
色泽	固体淡黄色, 液体澄清透明	2.5
米粒清晰度	颗粒饱满, 组织致密	1.5
口感	柔和, 甘甜, 酸甜适中	3.5
香味	香气浓郁, 具有甜酒特有的芳香	2.5

表3 正交实验结果及计算分析

Table 3 Orthogonal experimental result and analysis

试验号	A	B	C	感官评价
1	0.20	28	36	5.9
2	0.20	30	48	6.7
3	0.20	32	60	6.5
4	0.25	28	48	8.3
5	0.25	30	60	8.9
6	0.25	32	36	8.4
7	0.30	28	60	8.3
8	0.30	30	36	7.5
9	0.30	32	48	7.9
$K_1$	6.367	7.500	7.267	
$K_2$	8.533	7.700	7.633	
$K_3$	7.900	7.600	7.900	
R	2.166	0.200	0.633	

2.2 甜酒酿发酵过程中主要指标稳定性研究

2.2.1 还原糖的变化规律

2.2.1.1 标准曲线的制作

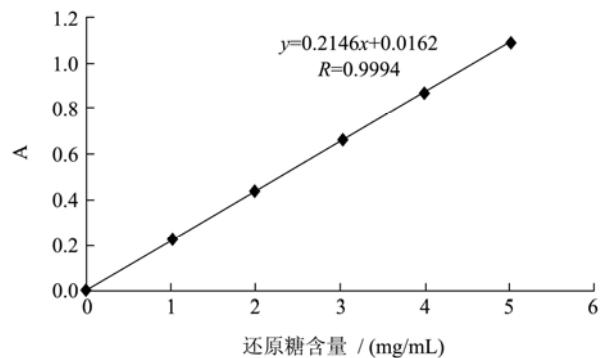


图1 还原糖标准曲线

Fig.1 Calibration curve of reducing sugar

采用 DNS 法测定还原糖。准确吸取 0、1、2、3、4、5、6、7 mg/mL 的葡萄糖标准溶液各 1 mL, 分别置于 25 mL 容量瓶中, 加入 2 mL DNS 溶液, 置沸水

浴中煮 5 min 进行显色, 然后以流水迅速冷却, 用水定溶到 25 mL, 摇匀。以空白调零, 在 540 nm 处测定吸光度, 绘制标准曲线, 见图 1。

### 2.2.2.2 还原糖含量的变化

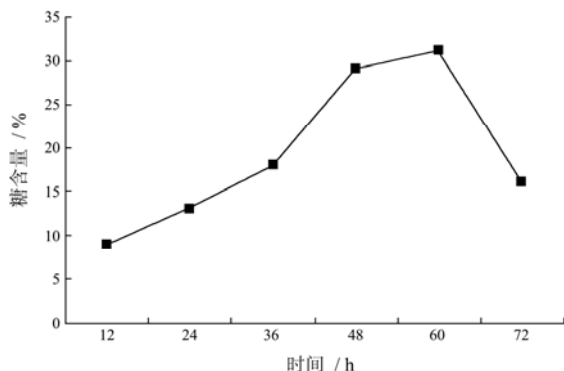


图2 发酵时间对还原糖的影响

Fig.2 Effects of fermentation time on reducing sugar

从图2可以看出: 前36 h原料反应过程中, 糯米处在糖化发酵阶段, 此时大部分淀粉转化成了糖, 赋予发酵液一定的甜味和黏稠度。随着时间的增加, 发酵醪的糖度一直呈递增趋势, 糖化酶的活力达到顶峰, 60 h还原糖含量达到最高。此后还原糖含量呈下降趋势, 这可能是因为后期酵母开始利用糖发酵产酒精, 消耗了一定数量的糖类, 同时霉菌也进入了生长迟滞期, 糖的含量开始下降, 发酵醪酒精度逐步增加, 这与张惠雄<sup>[5]</sup>等人研究基本相符。

### 2.2.2 酒精含量的变化

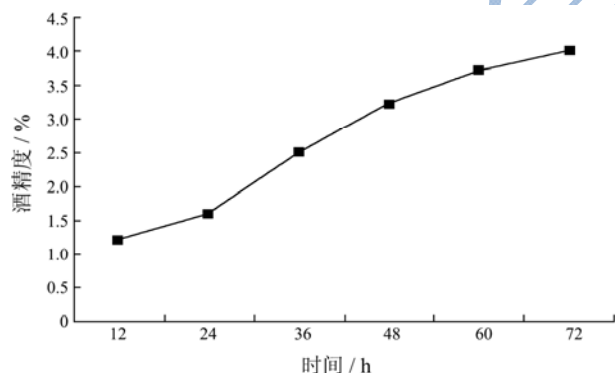


图3 发酵时间对酒精度的影响

Fig.3 Effects of fermentation time on alcohol content of the wine

淀粉分解所得到的可发酵性糖, 一方面赋予成品甜酒酿甜味, 另一方面提供给酵母作为营养源, 通过酵母的代谢作用生成酒精。甜酒酿在糖化发酵过程中, 随着时间的延长, 物料中可发酵性糖逐渐增加, 为酵母的生长提供了营养源。酒度是随酵母的生长繁殖而逐渐增加的, 且增加速度为慢→快→慢。酵母菌属单细胞微生物, 其生长也出现多个不同的阶段, 即迟滞期、对数期、稳定期和衰亡期<sup>[6]</sup>。

由图3可知, 整个发酵过程中的酒精度呈上升趋势

势, 24~48 h为酵母生长的对数期, 所以这一时期产品的酒度开始明显增加, 72 h时整个发酵醪的酒精度达到了4.0%, 随后酒精度的增加趋于平缓。

### 2.2.3 酸度的变化

根据甜酒酿发酵的工艺原理, 酵母将还原糖发酵生成酒精的同时, 也生成甘油和有机酸<sup>[7]</sup>。发酵过程的酸度即主要来源于此, 其酸度的变化可参照物料本身的pH值。

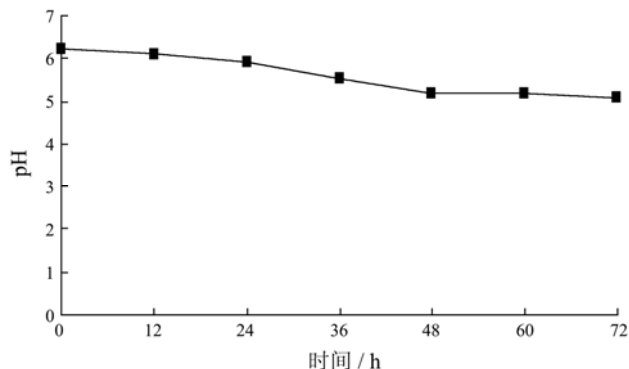


图4 发酵时间对pH值的影响

Fig.4 Effects of fermentation time on pH value of the wine

由图4可知, 酸度先是缓慢升高, 此时pH值略有下降, 然后在48 h达到最低值后保持稳定。其中由24~48 h pH值降幅较大。这主要与酵母菌的增殖情况有关。因为在24~48 h酵母菌处于生长的对数期, 其数量增加迅速, 此时发酵醪产生大量的有机酸, 使物料pH值呈现较低的状态, 随后酵母菌开始发酵产酒精, 酸度趋于平缓。

## 3 结论

3.1 通过单因素及正交试验得到利用糯米制备甜酒的最佳工艺参数为: 加曲量0.25%、发酵温度30 ℃、发酵时间60 h。在此条件下发酵的甜酒酿色泽透明澄清, 酒香浓郁, 酸甜爽口, 无不良气味。

3.2 糯米在糖化发酵过程中, 物料本身成分发生巨大的变化。本文对影响其品质主要指标的变化规律进行研究, 得到了发酵过程中还原糖、酒精度、总酸变化情况。总糖含量在24~60 h内迅速增加, 60 h达到最高31%, 之后开始下降; pH值始终呈缓慢下降趋势; 酒精度的变化一直呈上升趋势。甜酒酿发酵过程中成分稳定性研究有助于甜酒酿生产的工艺控制, 在发酵过程中还有大量的生物活性物质发生变化, 它们的变化规律如何, 糯米发酵过程中还有哪些新的物质产生, 掌握这些功能成分的变化规律, 有助于准确的控制发酵过程, 改进传统工艺生产甜酒酿的不足, 为甜酒酿的工业化生产提供科学指导, 也为以后的研究指明了方向。

3.3 甜酒酿作为一种传统的糯米加工产品, 有着众多的

加工方法。但都面临着操作工艺不标准,技术不规范等问题。甚至现在市场上有不少非法商贩生产的相关产品,其食品安全性无法得到保障。因此,规范甜酒的生产流程,使甜酒及糯米饮料产品标准化、产业化,提高食品的安全性迫在眉睫。

#### 参考文献

- [1] 史秀锋.甜米酒系列发酵饮料的研究[J].山西农业大学学报,2003,3:248-250
- [2] 蒋世云.不同淀粉质对米甜酒品质影响的研究[J].中国酿造,2003,3:23-25
- [3] 鲁永强,王文磊.甜酒酿的制作与发酵控制[J].农产品加工学刊,2007,6:62-64
- [4] 韩雅珊.食品化学实验指导[M].北京:中国农业大学出版社
- [5] 张惠雄,曹银宁.桂花甜酒酿酒曲的优选和工艺研究[J].酿酒,2007,5:91-93
- [6] 何理.甜酒药中的菌群分析及保鲜甜酒制作[J].现代食品科技,2011,27(9):1116-1117
- [7] 李涛,仲惟.菠萝果酒的发酵工艺研究[J].现代食品科技,2011,27(9):1123-1125