

# 芦荟保健果酒发酵工艺的研究

刘殿锋, 吴春昊, 郭培军, 王洪习, 赵俊杰, 陶令霞

(濮阳职业技术学院 生物工程与农业经济系, 河南 濮阳 457000)

**摘要:**以芦荟汁、葡萄酒酵母、蔗糖为原料, 通过单因素试验和正交试验, 探索了芦荟保健果酒的发酵工艺。结果表明: 当以产品的酒精度为衡量指标时, 发酵工艺条件的最佳组合为主发酵温度 22℃, 干酵母接种量 0.5 g/L, 蔗糖添加量 27%; 当以产品感官品质为衡量指标时, 最佳组合为主发酵温度 24℃, 干酵母接种量 0.3 g/L, 蔗糖添加量 27%。芦荟保健果酒不但酒体醇厚、风味优雅, 而且营养丰富、养生益颜。

**关键词:** 芦荟; 芦荟酒; 发酵工艺; 正交实验

中图分类号: S 682.1<sup>+</sup>9 文献标识码: A 文章编号: 1001-0009(2010)10-0204-03

芦荟系百合科多年生肉质草本植物, 原产非洲。芦荟叶片肥厚, 叶肉中含有大量的有机酸、蒽醌类化合物、多糖、各种酶、矿物质和维生素等功能成分<sup>[1-3]</sup>。芦荟具有显著的医疗保健功能, 可以健胃通便、杀菌消炎、中和毒素、清除自由基、提高免疫功能、降低血脂血糖、改善循环系统, 增加食欲, 防治消化系统的疾病, 提高睡眠质量<sup>[3-4]</sup>。另外, 芦荟还具有美容养颜的作用<sup>[5-9]</sup>, 备受人们的喜爱, 特别是受到女性同志的青睐。

近年来, 芦荟在我国种植面积不断扩大, 为走上寻常百姓家的餐桌创造了条件<sup>[7]</sup>。有关资料表明, 芦荟可用于含醇饮料, 且疗效比其它芦荟产品更胜一筹<sup>[8]</sup>。因此, 课题组以芦荟为主要原料, 研究出芦荟保健果酒, 并对发酵工艺进行研究, 以期对芦荟的深加工提供一定的参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

芦荟: 新鲜库拉索芦荟。蔗糖: 食品级。葡萄酒干酵母: 湖北安琪酵母股份有限公司生产。恒温培养箱, 榨汁机, 超净工作台, 高压灭菌锅, 电热恒温鼓风干燥箱, 手持糖度计, 酒精计, 温度计, 电子天平, 普通天平。

### 1.2 工艺流程

芦荟→清洗→浸泡消毒→去皮→打浆→调配→灭菌→加葡萄酒干酵母→前发酵→后发酵→陈酿→过滤→澄清→灌装→灭菌→成品。

**1.2.1 原料的选择** 选择新鲜、无霉烂的芦荟, 以确保成品的风味和色泽。

**1.2.2 芦荟汁的制取、调配** 用清水洗去芦荟表面吸附微生物和灰尘, 清洗干净后去掉外皮, 切成小块, 用榨汁机打烂, 加入 2~6 倍的水, 再用蔗糖调节糖度至 23%, 然后将芦荟汁在 135℃、8~10 s 的条件下高温瞬时灭菌, 然后冷却至常温备用。

**1.2.3 加果酒酵母** 试验过程中采用葡萄酒干酵母, 先将葡萄酒干酵母倒入 10 倍体积的 1% 蔗糖水中, 振摇均匀后在 35℃ 水浴条件下静置 30 min, 使之充分活化, 然后加入调配好的芦荟汁中发酵。

**1.2.4 前发酵** 将加酵母菌后的芦荟汁放入 18~26℃ 的生化培养箱中发酵。当发酵约 7 d、测得发酵液的糖含量仅为 2%~3% 时, 前发酵结束。发酵时可加入亚硫酸氢钠, 以防杂菌感染, 加入量为 0.01% (m/v)。

**1.2.5 后发酵** 主发酵结束后, 在无菌条件下将原酒过滤到经灭菌的密闭容器中, 保持 28℃ 发酵 15 d。

**1.2.6 陈酿** 发酵完毕后, 将恒温培养箱调至 15℃, 加入橡木片 (1 g/L), 陈酿 1 个月。

**1.2.7 过滤、澄清** 将陈酿的酒液除去酒脚, 并加入明胶和单宁, 静置一段时间, 然后过滤, 使酒液澄清, 得到金黄色的澄清果酒。

**1.2.8 灌装、灭菌** 将过滤、澄清后的果酒分装于玻璃瓶中, 密封后在 70℃ 条件下水浴灭菌 30 min, 冷却后在低温条件下贮存。

### 1.3 单因素实验

**1.3.1 料液比的确定** 在温度 22℃、蔗糖添加量 23%、干酵母接种量 0.2 g/L 的条件下, 用不同的料水比 (1:2, 1:3, 1:4, 1:5, 1:6) 榨取的汁发酵, 测定不同料水比制取的芦荟汁发酵的芦荟酒的酒精度、酸度、残糖、可溶性固形物等指标, 通过芦荟酒的颜色、香、味、酒精度等指标进行综合评定, 选出最佳的料水比。

**1.3.2 主发酵温度的确定** 在蔗糖添加量 23%、干酵

第一作者简介: 刘殿锋 (1975-), 男, 在读博士, 讲师, 研究方向为食品生物技术和分子生态学。E-mail: hn\_ldf@126.com。

基金项目: 河南省教育厅科技攻关计划资助项目 (2010C550004)。

收稿日期: 2010-02-22

母接种量 0.2 g/L 的条件下, 分别在 18、20、22、24、26℃ 的条件下进行主发酵, 测定不同温度下发酵的芦荟酒的酒精度、酸度、残糖、可溶性固形物等指标, 选出 3 个较佳的温度。

1.3.3 酵母接种量的确定 在蔗糖添加量 23%、温度 22℃ 的条件下, 干酵母的接种量分别为 0.1、0.2、0.3、0.4、0.5 g/L 的条件下进行发酵, 测定不同干酵母的接种量下发酵的芦荟酒的酒精度、酸度、残糖、可溶性固形物等指标, 选出 3 个较佳的接种量。

1.3.4 蔗糖添加量的确定 在干酵母的接种量 0.2 g/L、温度 22℃ 的条件下, 蔗糖的添加量分别为 21%、23%、25%、27%、29% 的条件下进行发酵, 测定不同糖度下发酵的芦荟酒的酒精度、酸度、残糖、可溶性固形物等指标, 选出 3 个较佳的接种量。

1.4 发酵工艺的确定(正交实验)

根据前面单因素试验的结果确定正交实验的各个因素 3 个较佳的水平, 然后以酒精度和成品感官指标评分为试验指标, 按照正交表  $L_9(3^3)$  安排正交实验。

1.5 品质鉴定

1.5.1 感官评定 感官评定采用百分制计分, 其中色泽 10 分、酒香 35 分、滋味 35 分、澄清度 20 分, 按表 1 中的标准由 10 名专业技术人员对产品进行感官评定。

表 1 感官评分标准		
项目	标准	分值
色泽	金黄色	10
澄清度	清澈透明、晶莹、有光泽、光亮、无浑浊现象	20
酒香	香气浓郁、芦荟味清新优美、有芦荟的特殊芳香味	35
滋味	圆润、纯正、丰满绕有余味、酸味柔和、爽口	35
综合评价	细腻、协调、丰满、酒体丰富有力、回味绵长、愉快、风格明确	100

1.5.2 测定方法 酒精度采用密度计法测定(GB/T 15038-2006)。酸度采用指示剂法(参照 GB/T 15038-2006 与 GB/T 12456-90), 总酸以含一分子的柠檬酸计, 酸的换算系数为 0.070。残留还原糖采用斐林氏法测定(GB/T 15038-2006)。可溶性固形物含量采用手持糖量计测定。甲醇含量的测定采用品红亚硫酸光度法测定(GB/T 15038-2006)。

2 结果与分析

2.1 单因素试验

2.1.1 料水比的确定 从表 2 可以看出, 料水比对芦荟保健果酒各种理化指标的影响不大, 但对感官指标的影响较大。从感官指标和酒精度综合考虑, 较佳的料水比为 1 : 4, 因此将料水比 1 : 4 作为下一步单因素试验和正交实验的最佳值。

2.1.2 主发酵温度的确定 从表 3 可以看出, 温度对芦荟保健果酒的酒精度有一定的影响, 但并不太大。在 18 ~ 22℃ 的温度范围内进行主发酵时, 酒精度随温度的上升也随之略有上升, 22℃ 以后趋于稳定。原因可能是在较低的温度下, 酵母发酵速度越慢, 少量的糖被残存

醪液中的杂菌所利用, 以致成品酒的酒精量减少; 而温度越高, 酵母发酵速度快, 不但可供杂菌生长的还原糖迅速减少, 而且较快上升的酒精度对杂菌有抑制作用, 因此成品酒的酒精度也较高<sup>9</sup>。根据感官评价的结果, 再结合果酒的酒精度, 正交实验选取的 3 个主发酵温度水平为: 20、22、24℃。

表 2 料水比对芦荟保健果酒发酵的影响

芦荟酒中各种成分含量	料水比				
	1 : 2	1 : 3	1 : 4	1 : 5	1 : 6
酒精度/ % V/V	7.28	7.60	8.00	7.80	6.24
酸度/ 柠檬酸, g · L <sup>-1</sup>	6.965	5.005	5.095	5.005	5.215
残留还原糖/ g · L <sup>-1</sup>	2.008	2.053	1.843	1.902	2.081
可溶性固形物含量/ %	11	10	11	11	11
感官评分	60	77	87	80	75

表 3 温度对芦荟保健果酒发酵的影响

芦荟酒中各种成分含量	温度/℃				
	18	20	22	24	26
酒精度/ % V/V	6.00	7.00	8.00	8.00	7.90
酸度/ 柠檬酸, g · L <sup>-1</sup>	4.935	4.620	4.077	4.725	5.232
残留还原糖/ g · L <sup>-1</sup>	2.226	2.143	2.062	2.034	2.153
可溶性固形物含量/ %	13	12	12	11	11
感官评分	72	79	85	83	75

2.1.3 酵母接种量的确定 从表 4 中可以看出, 随着干酵母接种量增加, 芦荟保健果酒的酒精度也逐渐增高。酵母接种量较低时, 芦荟保健果酒的酒精度较低, 这可能是由于芦荟酒中有一些抑制酵母菌生长的成分, 导致酵母的发酵速度较慢, 随着发酵时间的延长, 一些细菌生长繁殖起来, 从而最终芦荟酒的酒精度也随之降低。根据芦荟保健果酒的酒精度和感官评分, 选择进行正交实验的 3 个酵母接种量水平为 0.3、0.4、0.5 g/L。

表 4 酵母接种量对芦荟保健果酒发酵的影响

芦荟酒中各种成分含量	干酵母接种量/ g · L <sup>-1</sup>				
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
酒精度/ % V/V	6.00	8.00	8.20	8.70	8.83
酸度/ 柠檬酸, g · L <sup>-1</sup>	5.040	4.200	6.415	6.965	6.685
残留还原糖/ g · L <sup>-1</sup>	2.406	1.965	1.675	1.476	1.392
可溶性固形物含量/ %	14	11	8	6	5
感官评分	73	86	87	88	84

2.1.4 蔗糖添加量确定 由于芦荟汁中的还原糖较低, 蔗糖的添加量对芦荟酒的酿造起着重要作用, 蔗糖添加量不仅直接影响芦荟酒的酒精度, 同时也影响了西瓜酒的风味。从表 5 中可以看出, 随着蔗糖添加量的增加, 芦荟酒的酒精度随之增高, 但酒中的可溶性固形物和残留还原糖也略有增高, 即发酵过程中还原糖的利用率稍有下降。综合考虑酒精度和感官指标, 正交实验选取的 3 个蔗糖添加量为 23%、25%、27%。

表 5 蔗糖添加量对芦荟保健果酒发酵的影响

芦荟酒中各种成分含量	蔗糖添加量/ %				
	21	23	25	27	29
酒精度/ % V/V	7.48	8.00	8.64	8.80	8.84
酸度/ 柠檬酸, g · L <sup>-1</sup>	5.250	4.905	4.850	4.970	4.430
残留还原糖/ g · L <sup>-1</sup>	2.175	2.182	2.372	2.901	2.983
可溶性固形物含量/ %	10	12	13	14	15
感官评分	73	83	85	86	76

## 2.2 最佳工艺条件的确定

以主发酵温度、干酵母接种量和蔗糖添加量为因素,进行3因素3水平的 $L_9(3^3)$ 正交实验。根据单因素试验的结果所选择每个因素的3个水平如表6所示,正交实验结果如表7所示。

表6 发酵条件优化实验方案

水平	因素		
	A 温度/℃	B 干酵母接种量/ $g \cdot L^{-1}$	C 蔗糖添加量/%
1	20	0.3	23
2	22	0.4	25
3	24	0.5	27

表7 发酵条件优化正交实验结果

试验号	因素			结果	
	A 温度 /℃	B 干酵母接 种量/ $g \cdot L^{-1}$	C 蔗糖添加量 / $g \cdot L^{-1}$	酒精度 /%	感官得分
1	1	1	1	8	76.0
2	1	2	2	8.2	79.0
3	1	3	3	9.7	85.5
4	2	1	2	8.3	85.0
5	2	2	3	9.8	84.5
6	2	3	1	8.8	76.0
7	3	1	3	8.8	85.0
8	3	2	1	8	82.0
9	3	3	2	9.6	81.5
酒精度	$K_1$	8.633	8.367	8.267	
	$K_2$	8.967	8.667	8.700	
	$K_3$	8.800	9.367	9.433	
	$R_j$	0.334	1.000	1.166	
感官得分	$K_1$	80.167	82.000	78.000	
	$K_2$	81.833	81.833	81.833	
	$K_3$	82.833	81.000	85.000	
	$R_j$	2.666	1.000	7.000	

从表7的极差分析结果可以看出,发酵工艺条件中影响产品酒精度的主次因素排序为 $C>B>A$ ,即蔗糖添加量 $>$ 干酵母接种量 $>$ 主发酵温度;表7的结果表明,从产品的酒精度考虑发酵工艺条件的最佳组合为 $A_2B_3C_3$ ,即主发酵温度为 $22^{\circ}C$ ,干酵母接种量为 $0.5 g/L$ ,蔗糖添加量为 $27\%$ 。由于正交实验中没有此发酵条件组合,对此发酵条件进行实验验证,产品酒精度为 $9.9\%$ ,感官得分为82。

从表7的极差分析结果可以看到,发酵工艺条件中影响产品感官品质的主次因素排序为 $C>A>B$ ,即主蔗糖添加量 $>$ 主发酵温度 $>$ 干酵母接种量;表6的结果表明,从产品感官品质考虑发酵条件的最佳组合为 $A_3B_1C_3$ ,

即主发酵温度为 $24^{\circ}C$ ,干酵母接种量为 $0.3 g/L$ ,蔗糖添加量为 $27\%$ ,也就是正交实验中第7个组合。

## 2.3 感官指标

外观:金黄色,清亮透明有光泽,无杂质及悬浮物。香气:具有芦荟特有的清香。口感:芦荟香、酒香协调,酸味柔和,酒体醇厚协调,无异杂味。风格:具有芦荟酒的独特风格。

## 2.4 理化指标

酒精度( $20^{\circ}C, V/V$ ): $\geq 8.0\%$ 。总糖(以葡萄糖计): $\leq 4.5 g/L$ 。总酸(以柠檬酸计): $\geq 3.5 g/L \sim 5.0 g/L$ 。甲醇: $\leq 0.2 g/L$ 。固形物: $\geq 5\%$ 。

## 2.5 卫生指标

细菌总数 $\leq 50$ 个/mL,大肠杆菌 $\leq 3$ 个/mL,致病菌不得检出。

## 3 结论

通过一系列试验研究,获得了一种色、香、味俱佳的芦荟保健果酒。该酒不但酒体醇厚、风味优雅,而且营养丰富、养生益颜。从产品的酒精度考虑发酵工艺条件的最佳组合为主发酵温度 $22^{\circ}C$ ,干酵母接种量 $0.5 g/L$ ,蔗糖添加量 $27\%$ ;从产品感官品质考虑发酵条件的最佳组合为主发酵温度 $24^{\circ}C$ ,干酵母接种量 $0.3 g/L$ ,蔗糖添加量 $27\%$ 。

## 参考文献

- [1] 吴枫梅, 翟明昌, 高美卉. 芦荟、枸杞、葡萄复合发酵酒的研制[J]. 中国酿造, 2008(5): 99-101.
- [2] 姚晓敏, 顾文祥, 郁咏. 芦荟酸奶的研制[J]. 中国乳品工业, 2001, 29(1): 12-15.
- [3] 马立安, 夏帆, 贺飞英, 等. 芦荟发酵乳饮料的研制[J]. 中国酿造, 2007(8): 85-87.
- [4] 马响玻, 李宝库, 张峰, 等. 猕猴桃—芦荟酸奶的研制[J]. 2007, 33(8): 117-119.
- [5] 汪建国. 芦荟黄酒的开发研制[J]. 中国酿造, 2005(2): 43-45.
- [6] 潘虹, 焦玉国, 林颖慧. 芦荟甙提取方法及稳定性研究[J]. 中央民族大学学报(自然科学版), 2008, 17(2): 53-57.
- [7] 任永新, 崔进梅. 芦荟保健酒的研制[J]. 酿酒科技, 2002(3): 77-78.
- [8] 冯紫慧, 庄志发, 王凤艳. 芦荟保健酒的研制[J]. 食品与药品, 2007, 9(3): 35-37.
- [9] 刘殿锋, 张志轩, 轩文娟, 等. 西瓜酒酿造工艺研究[J]. 食品科学, 2009, 30(20): 478-481.

## Study on Fermentation Techniques of Aloe Wine

LIU Dian-feng, WU Chun-hao, GUO Pei-jun, WANG Hong-xi, ZHAO Jun-jie, TAO Ling-xia

(Department of Bioengineer and Agronomics Puyang Vocational and Technical Institute, Puyang, Henan 457000)

**Abstract:** This research tried to explore the production process of high-quality aloe wine through individual factor experiment and orthogonal experimen with the materials such as aloe juice, wine grape yeast and sugar. The optimum technical conditions, based on the alcohol content of aloe wine, were summed up as follows by orthogonal experiments; chief fermentation temperature at  $22^{\circ}C$ , inoculation of  $0.5 g/L$  yeast and the initial sugar content as  $27\%$ . The optimum technical conditions, based on sensory evaluation, were summed up as follows; chief fermentation temperature at  $24^{\circ}C$ , inoculation of  $0.3 g/L$  yeast and the initial sugar content as  $27\%$ . The wine had not only elegant flavor and full-bodied liquor taste, but also high nutritive value and health function.

**Key words:** aloe; aloe wine; fermentation techniques; orthogonal experiment