

不同条件对青稞酒发酵的影响

刘清斌,冯治平

(四川理工学院生物工程系,四川 自贡 643000)

摘要: 利用二次通用旋转组合设计实验对影响青稞酒出酒率的各因素(温度、接种量、加水量和发酵时间)进行研究。结果表明,优化发酵工艺条件可提高青稞酒的出酒率,对酒的色泽、口感等感官质量无影响;复合菌种适宜于液态发酵生产青稞酒,添加量为青稞粉重的 0.4%~0.6%;发酵时间为 40~72 h,加水量为青稞粉的 4~6 倍。(孙悟)

关键词: 青稞酒; 发酵; 发酵条件

中图分类号:TS262.4;TS261.4 文献标识码:B 文章编号:1001-9286(2005)09-0073-03

Effects of Different Technical Conditions on the Fermentation of Highland Barley Wine

LIU Qing-bin and FENG Zhi-ping

(Bioengineering Department of Sichuan Technical Institute, Zigong, Sichuan 643000, China)

Abstract: The factors influencing the output of highland barley wine such as temperature, inoculation quantity, water addition level and fermentation time were studied by secondary general-purpose circulation unitized design experiments. The results indicated that the optimization of fermentation technical conditions could increase the output of highland barley wine with no adverse effects on wine color and wine taste. Besides, compounding bacteria was preferred for highland barley wine production by liquid fermentation with its addition level 0.4%~0.6% of the total weight of highland barley powder, fermentation time between 40~72 h, and water addition level 4~6 times of the volume of highland barley powder. (Tran. by YUE Yang)

Key words: highland barley wine; fermentation; fermentation conditions

青稞酒是以青稞为原料酿制而成的一种酒精度比较低的饮料酒。该酒酒味酸甜,酒香浓郁,类似内地的米酒或醪糟酒,备受藏区各族人民欢迎。

传统青稞酒制作工艺简单,青稞煮熟后,温度降到适当时加入酒曲,用陶罐装好保温发酵 2~3 d 后,加入适量清水密封于阴凉处即可,一两天后便成青稞酒。也可放置一年半载而且越陈越香。随着民族地区经济和旅游业的发展,急需醇香味美,清爽甘甜的青稞酒来满足消费者的需要。但是以传统青稞酒生产工艺生产青稞酒,出酒率始终偏低,产品成本也高^[1]。

为提高大生产青稞酒的出酒率,我们重点研究了液态发酵工艺中不同的温度、接种量、加水量、发酵时间对酿制青稞酒的出酒率和酒的感官品质的影响,并在大量的实验基础上进行了二次通用旋转组合设计实验,得到不同生产工艺条件对出酒率影响的回归方程^[2,3]。

1 实验与方法

1.1 实验操作步骤

原料青稞经过洗涤、拣选以除去其中附着大量灰尘和杂质以及霉变和颗粒不饱满的青稞以后,在温度 40~50℃的恒温干燥箱中烘干,然后放在铁锅中以中火炒制,直到青稞大部分开始炸裂并且稍微有点糊味而不焦糊,再经机械粉碎达到 40 目以上,即得青稞酒发酵实验所用的青稞粉。

称取 100 g 青稞粉于 1000 mL 的烧杯中,按照设计不同的实验号分别加入 500~800 mL 水,充分搅匀后经过加热糊化再高温灭菌(同时作对比实验)后用无菌水定容,再接种规定数量的菌种(使用温水活化)。接种搅拌均匀后,根据各个实验号的不同条件分别在 21~33℃下密封发酵 24~72 h,精滤得青稞酒,置于冰箱密封保

基金项目:四川省教育厅青年基金资助项目。

收稿日期:2005-04-20

作者简介:刘清斌(1962-),男,四川资中县人,硕士,副教授,主持、参与四川省教委科研课题多项,发表学术论文 20 多篇。

存,以备分析测定实验用。

1.2 菌种量对青稞液态法发酵的影响

实验表明,固态整粒发酵由于原料颗粒大、表皮厚,在其他工艺条件相同的条件下,菌种用量大,限制了出酒率的提高。采用液态发酵时菌种用量应该减少,故取 100 g 青稞粉加水 600 mL,搅拌加热糊化并高温灭菌,冷却后,分别添加青稞粉 3.0‰、4.0‰、5.0‰、6.0‰、7.0‰、8.0‰ 的复合干菌种(酒精酵母和甜酒曲各 50%),27℃ 发酵 48 h,以确定合理的菌种用量。

1.3 发酵酒的色泽和口感分析^[6]

每个样品取 30 mL 进行品评评分,结果见表 1。

表 1 感官分析评分参考标准

等级	色泽	口感
+++++	金黄色,有光泽	酸甜适口,酒香浓郁,有青稞清香味和适口的青稞焙炒香味
++++	橙黄色,有光泽	酸甜适口,酒香浓郁,有适口的青稞焙炒香味
+++	金黄色	酸甜适口,酒香浓郁
++	橙黄色	酸甜较适口,有酒味,可饮用
+	浅橙黄色	过酸或过甜,酒味过浓或过淡,基本能饮用
-	颜色不正常	口感不适,有异味,不宜饮用

1.4 出酒率测定

从各实验号所得的产品中取 30 mL 作样品进行感官分析,其余样品加入圆底烧瓶中,连接冷凝装置,加热蒸馏至馏出液无酒味时停止蒸馏,将馏出液接于锥形瓶中,加入蒸馏水达到样品蒸馏前的体积,温度调到 20℃ 后转入 100 mL 的量筒中,用比重计测定其密度,从酒精比重与百分含量对照表中查出其酒精度。根据酒精度和样品体积(加上感官分析)计算出各个实验号的出酒率(每 100 g 青稞经发酵产生的酒精的 mL 数)^[4]。

1.5 不同条件对青稞酒发酵出酒率的影响

大量实验结果表明,影响青稞酒发酵的主要因素有发酵温度、接种量、加水量、发酵时间等。为了确定各因素对酿制青稞酒的出酒率和酒的感官品质的影响,对这些因素进行了二次通用旋转组合设计实验,以确定不同生产工艺条件对出酒率的回归方程^[5]。实验因子水平及编码见表 2。

表 2 实验因子水平及编码

编码	X_1	X_2	X_3	X_4
	加水量	发酵温度(℃)	发酵时间(λ)	接种量(%)
+2	1:8	33	72	7.0
+1	1:7	30	60	6.0
0	1:6	27	48	5.0
-1	1:5	24	36	4.0
-2	1:4	21	24	3.0
变化区间	1.0	2.0	12.0	1.0

根据二次通用旋转组合设计实验得到的各实验结果进行组合,结果见表 3。

表 3 4 因素二次旋转组合设计结构矩阵的实验号

实验号	X_0	X_1	X_2	X_3	X_4	X_1X_2	X_1X_3	X_1X_4	X_2X_3	X_2X_4	X_3X_4	X_1^2	X_2^2	X_3^2	X_4^2
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	-1	1	1	-1	1	-1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	-1	1	1	-1	1	-1	1	-1	1	1	1	1
4	1	1	1	-1	-1	1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1
5	1	1	-1	1	1	-1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	1
6	1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	1	1	1
7	1	1	-1	-1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	1	1
8	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1
9	1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1
10	1	-1	1	1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	1	1
11	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	1	1	1
12	1	-1	1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	1
13	1	-1	-1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1
14	1	-1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	1	1	1
15	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	1	-1	-1	1	1	1	1
16	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
17	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
18	1	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
19	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0
20	1	0	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-4	0	0
21	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
22	1	0	0	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-4	0
23	1	0	0	0	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
24	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-4
25	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

2 实验结果与分析

2.1 复合菌种用量对青稞酒发酵的影响

复合菌种采用酿酒酵母加甜酒曲,分别添加不同量的复合菌种,经 27℃ 48 h 发酵,再检测并评定所得各发酵青稞酒,结果见表 4。

从表 4 结果可看出,液态发酵工艺发酵青稞酒的出酒率比固态整粒发酵法有所提高,如果菌种用量过多则产品的口感风味不好,色泽差,透明度降低甚至出现浑浊。结果表明,接种量在 4.0‰~6.0‰ 之间时,无论是出酒率,还是色泽和口感等感官质量都比较好。由于发酵比较彻底,发酵完成后的残糖量少,含酸量较高,产品的糖酸比小,需要添加一定数量的蔗糖以提高糖酸比。

2.2 不同条件对青稞酒发酵的影响

为进一步研究其他因素对青稞酒发酵出酒率的影响,以便优化青稞酒发酵生产工艺条件,我们采用二次回归通用旋转组合设计实验对不同发酵条件进行研究,

表4 不同接种量对青稞酒发酵的影响

接种量 (%)	出酒率 (mL/100 g)	色泽评分	口感评分
3.0	10.8	+++; 橙黄透明 有光泽	+: 酒味较淡, 酸味重, 有甜味
4.0	13.6	+++; 橙黄透明 有光泽	+++; 酒味和酸味明显, 有微甜味
5.0	14.8	++; 淡黄透明 有光泽	+++; 酒香浓郁, 有甜味、 酸味明显
6.0	14.9	++; 淡黄透明, 有光泽	+++; 酒香浓郁, 甜味弱、 酸味明显
7.0	14.4	+: 淡黄色, 有 一定透明	++; 酒味浓郁, 酸味重, 有微甜味
8.0	14.5	-; 淡黄色微混 浊, 有一定透明	-; 酸味酒味重, 有曲 药味、几乎无甜味

实验结果见表5。表中 y_a 为每 100 g 青稞粉产酒精的 mL 数, $\bar{y}$ 为根据得到的回归方程计算得到的理论产量。

表5 二次回归通用旋转组合设计实验结果 (mL)

编号	y_a	$\bar{y}$	编号	y_a	$\bar{y}$
1#	21.75	24.168	17#	20.7	20.534
2#	22.125	21.756	18#	18	21.69
3#	17.625	16.294	19#	20.33	19.9
4#	15.375	14.03	20#	15	18.596
5#	22.5	24.696	21#	26.67	25.108
6#	24.375	22.96	22#	8	15.084
7#	20.625	19.41	23#	26.7	23.576
8#	21.75	17.498	24#	13.3	19.952
9#	23.23	25.372	25#	15.67	15.04
10#	24.08	23.31	26#	15.83	15.04
11#	22.38	21.486	27#	12.33	15.04
12#	23.23	19.348	28#	13.2	15.04
13#	21.25	20.96	29#	17.03	15.04
14#	22.38	20.6	30#	16.4	15.04
15#	20.4	18.084	31#	16.87	15.04
16#	21.5	17.45			

2.2.1 回归方程计算

根据二次回归通用旋转组合设计的回归方程计算方法,由实验结果数据计算得回归方程各系数值,从而得到出酒率 y 与不同发酵条件的回归关系方程为:

$$y = 15.04 + 0.289x_1 + 0.236x_2 + 2.506x_3 + 0.906x_4 - 1.235x_1x_2 + 0.747x_1x_3 + 0.175x_1x_4 + 0.397x_2x_3 + 0.338x_2x_4 - 0.213x_3x_4 + 1.518x_1^2 + 1.097x_2^2 + 1.264x_3^2 + 1.681x_4^2 \quad (1)$$

将不同的 X_i 值代入(1)式,得出每 100 g 青稞粉在不同发酵条件下产酒精的理论计算 mL 数(出酒率),也与其实际实验检测值比较吻合。

2.2.2 回归方程式的显著性测试

$$\text{据公式 } F = \frac{Q_{cf}/f_{cf}}{Q/f} = \frac{194.869/10}{20.3/6} = 5.765; \text{查 } F \text{ 表, 当}$$

$f_1=10$ $f_2=6$ 时 $F_{0.05}=4.06$, 因 F 大于 $F_{0.05}$, 说明可能有其他不可忽略的因子对实验有显著影响, 或者需要修改模型, 但二次回归模型仍可采用。

2.2.3 回归显著性测定

$$\text{根据公式 } F_2 = \frac{Q_{\text{回}}/f_{\text{回}}}{Q_{\text{误}}/f_{\text{误}}} = \frac{369.621/14}{20.3/6} = 7.81; \text{查 } F \text{ 表,}$$

当 $f_1=14$ $f_2=16$ 时 $F_{0.05}=2.37$ $F_{0.01}=3.45$, 因 $f_2 > F_{0.01}$, 差异极其显著, 说明该方程式很好地反映了实际情况, 反映了酿造青稞酒过程中加水量、发酵温度、发酵时间和接种量与发酵状况之间的关系。

2.2.4 回归系数显著性测定

通过计算和查表, 结果表明, 发酵时间对青稞酒发酵影响最明显, 达到 0.1 % 的显著水平, 其次是加水量和接种量, 加水量与发酵温度的交互作用达到 5 % 的显著水平, 加水量和发酵时间的交互作用也有一定影响。

从实验数据分析表明, 发酵时间是出酒率高低的关键因素, 时间长出酒率高, 但是发酵时间过长, 产品会出现苦味; 提高加水量可以提高出酒率, 但是产品的酒精度降低, 口味淡而不适宜; 菌种接种量加大可以提高出酒率, 但是会增加酒的酸味和苦味。另外加水量与发酵环境温度, 加水量与发酵时间的交互作用对青稞酒发酵出酒率和产品感官质量有一定程度的影响。

3 结论

以液态发酵工艺生产青稞酒, 能显著提高产品出酒率。各种因素对青稞酒发酵的综合影响通过二次通用旋转组合设计实验, 并通过计算得到出酒率与不同发酵条件的回归关系方程为:

$$y = 15.04 + 0.289x_1 + 0.236x_2 + 2.506x_3 + 0.906x_4 - 1.235x_1x_2 + 0.747x_1x_3 + 0.175x_1x_4 + 0.397x_2x_3 + 0.338x_2x_4 - 0.213x_3x_4 + 1.518x_1^2 + 1.097x_2^2 + 1.264x_3^2 + 1.681x_4^2$$

优化发酵工艺条件可提高青稞酒的出酒率, 对酒的色泽、口感等感官质量不影响; 复合菌种适宜于液态发酵生产青稞酒, 添加量为青稞粉重量的 0.4 %~0.6 %, 添加过多, 产品色泽差、酸味重; 过低发酵不足, 出酒率低; 发酵时间为 40~72 h, 加水量为青稞粉的 4~6 倍。液态法发酵生产的青稞酒产品澄清透明。

参考文献:

- [1] 刘清斌, 刘达玉, 冯治平, 黄丹. 青稞酒及其生产技术[J]. 食品研究与开发, 2002 (4): 45-47.
- [2] 顾国贤. 酿造酒工艺学[M]. 北京: 轻工业出版社, 1996.
- [3] 马家津. 低度青稞酒工业生产方法研究[J]. 天津轻工业学院学报, 1996 (2): 47-53.
- [4] 赵光鳌, 金岭南. 黄酒生产分析检验[M]. 北京: 轻工业出版社, 1987.
- [5] 丁希泉. 农业应用回归设计[M]. 吉林: 吉林科学技术出版社, 1986.
- [6] HARRY T. LAWLESS, HILDEARDE HEYMANN 著, 王栋, 等译. 食品感官评价原理与技术[M]. 北京: 轻工业出版社, 2001.