

生料发酵法生产白酒工艺条件的优化

杨 辉^{1,2}, 徐可为³

(1.陕西科技大学生命科学与工程学院,陕西 咸阳 712081; 2.西安交通大学金属材料强度国家重点实验室, 陕西 西安 710049 3.西安市科技局,陕西 西安 710068)

摘 要: 研究了生料发酵剂的组成、料水比、加曲量、酸度、温度等对白酒出酒率的影响。采用单因子实验和正交实验法对发酵剂配方和发酵工艺条件进行了优化,得到发酵剂最佳配方为 糖化酶 73%,淀粉酶 10%,蛋白酶 4%,纤维素酶 5%,耐高温活性干酵母 8%。以玉米为原料,最佳发酵条件为加曲量 1.0%,料水比 1:3,发酵温度 30℃,发酵周期 16 d,原料出酒率 82%(48 度)。

关键词: 生料发酵; 正交实验; 白酒; 糖化酶; 酵母

中图分类号: TS262.3; TS261.4; TQ920.6

文献标识码: A

文章编号: 1001-9286(2004)04-0033-02

Optimization of Production Technology of Liquor With Uncooked Materials Fermentation Method

YANG Hui^{1,2} and XU Ke-wei³

(1.Life College of Science & Engineering, Shaanxi University of Science and Technology, Xianyang, Shaanxi, 712081; 2.Xi'an Jiaotong University, National Key Laboratory of Metal Materials Strength, Xi'an, Shaanxi 710049; 3. Xi'an City Technology Board, Xi'an, Shaanxi 710068 China)

Abstract: The factors affecting on the yield of liquor fermented with uncooked materials, such as the components of starter, the ratio of material and water, acidity, temperature, were studied. Through single factor research and orthogonal experiments, the components of the starter and the fermentation conditions were optimized. The results showed that the optimal starter for uncooked materials are composed of glucose 73%, α -amylase 10%, acidic protease 4%, cellulase 5%, high thermal resistance active yeast 8%. The optimum fermentation conditions are the ratio of starter and raw materials 1.0%, the ratio of material and water 1:3 and fermenting at temperature 30℃ for 16 days. The yield of liquor is 82%(48%, v/v).

Key words: Fermentation with uncooked materials; orthogonal experiment; liquor; glucose; yeast

生料酿酒技术的研究始于 20 世纪 70 年代,发展于 80 年代,逐渐成熟于 90 年代。实践证明,与传统的酿造技术相比,生料酿酒可节约能源 50%,降低生产成本 37%,降低劳动强度 30%左右,可改善劳动条件(特别是夏季高温季节),不会出现夏季掉排减产,其酒质带有蜂蜜味,风味独特,市场前景看好^[1-4]。

各种生料发酵剂出现于全国市场,生料酿酒技术在全国范围内传播,但生料发酵剂组成及其酿酒技术存在较大的不稳定性。要获得高产必须优化发酵剂配方和发酵工艺条件,要做到这一点,对于酿酒师来说往往是困难的,其中最重要的原因是目前这方面的研究及报道较少。本研究对生料发酵工艺条件进行了优化,其结果可望对实际生产有所帮助。

1 材料与方法

1.1 材料

玉米糝 购于本地市场;
耐高温活性干酵母 广东丹宝利酵母有限公司;
糖化酶 无锡杰能科生物工程有限公司;
 α -淀粉酶(液化酶) 河南三门峡市酶制剂厂;
酒用酸性蛋白酶 陕西酶工程研究所;
纤维素酶 山东鑫塑集团纤维素酶厂;
无水硫酸铜、酒石酸钾钠、氢氧化钠、次甲基蓝、葡萄糖、亚铁

氰化钾、固体碘、碘化钾等化学试剂 均为分析纯,由西安化学试剂厂、天津市化学试剂三厂等生产。

1.2 方法

- 1.2.1 糖化酶活力测定 采用快速-爱农法;
- 1.2.2 液化酶活力的测定 改进 Wohlgemuth 法;
- 1.2.3 原料中粗淀粉含量的测定 盐酸水解法;
- 1.2.4 总酸度(以乙酸计)的测定 酸碱滴定法;
- 1.2.5 酒精度的测定 蒸馏比重法;
- 1.2.6 原料出酒率计算:

原料出酒率 = $(65 \text{ 度合格的原酒产量 (g)} \div \text{原料总耗用量 (g)}) \times 100 \%$

1.2.7 工艺流程

玉米 → 粉碎 → 加水配料 → 调酸 → 加曲 → 发酵 → 蒸酒 → 测比重 → 计算出酒率 (65%, v/v)

2 结果与讨论^[4-5]

2.1 糖化酶活力的测定

糖化酶是生料发酵剂的重要组成,其活力大小直接影响发酵剂的性能,所以对糖化酶活力进行了测定,其活力为 42539 u/g。

2.2 液化酶活力的测定

液化酶也是生料发酵剂的重要组成,其活力大小直接影响发

收稿日期 2004-02-11

作者简介 杨辉(1962-),男,陕西户县人,博士研究生,副教授,研究方向 发酵代谢过程与控制、生物材料,发表论文数篇。

酶剂的性能,实验中测定液化酶的活力为 142 u/go。

2.3 玉米中粗淀粉含量的测定

由试验测得粗淀粉含量为 73.2 %。

2.4 发酵剂组成对出酒率的影响

生料发酵生产白酒有两个重要生化过程即淀粉转化为糖和糖转化为酒精。因而,生料发酵剂中必须含有糖化酶和酵母。由于在原料中还含有蛋白质和纤维素,它们将淀粉包裹起来阻碍糖化过程的进行,所以,生料发酵剂中也应该有蛋白酶和纤维素酶,降解蛋白质和纤维素,使淀粉释放出来。又由于整个发酵过程是在微酸或酸性条件下进行的,故蛋白酶应该是酸性蛋白酶。为了加强糖化过程,配方中有时还含有根霉曲,甚至还需加入果胶酶。

在两个重要转化过程中,糖化过程是控制步骤,这是由于整个发酵过程是在 30~35 ℃,pH 值 5.5~6.0 下进行的,这些条件均偏离了糖化酶的最佳作用范围,为加速这一过程,配方中糖化酶的量应该加大。糖转化为酒的过程是制酒的关键步骤,因此酵母在配方中的量也是应该控制得恰到好处,糖转化为酒的过程是比较容易进行的,所以酵母的量比糖化酶要小得多。蛋白酶、纤维素酶其处理对象的量很少,其作用也不是主要的,其含量比酵母要小。

2.4.1 生料发酵剂配方的初步优化

根据以上分析,参考有关资料^[6]选取糖化酶(A)、耐高温活性干酵母(B)、纤维素酶(C)三因素三水平进行正交试验,其正交实验结果见表 1。

表 1 正交实验结果*					
序号	因 素			出酒率 (65 度, %)	结果
	A (%)	B (%)	C (%)		
1	1(60)	1(9)	1(11)	41.66	A ₁ B ₁ C ₁
2	1(60)	2(6)	2(9)	43.80	A ₁ B ₂ C ₂
3	1(60)	3(5)	3(5)	42.57	A ₁ B ₃ C ₃
4	2(65)	1(9)	2(9)	45.49	A ₂ B ₁ C ₂
5	2(65)	2(6)	3(5)	41.72	A ₂ B ₂ C ₃
6	2(65)	3(5)	1(11)	46.59	A ₂ B ₃ C ₁
7	3(70)	1(9)	3(5)	45.21	A ₃ B ₁ C ₃
8	3(70)	2(6)	1(11)	48.75	A ₃ B ₂ C ₁
9	3(70)	3(5)	2(9)	47.53	A ₃ B ₃ C ₂
K ₁	42.68	44.12	45.67		
K ₂	44.60	44.76	45.61		
K ₃	47.16	45.56	43.08		
极度差 R	4.48	1.44	2.59		

* 实验条件:加曲 0.7 %,料水比 1:3,温度 30 ℃,时间 16 d。

由表 1 中可得极度差 $R_A > R_C > R_B$,影响发酵因素:糖化酶>耐高温活性干酵母>纤维素酶,所以分析知道 A₃B₃C₁ 是较优配方,与预期结果相一致。

2.4.2 生料发酵剂配方进一步优化

正交试验结果显示,当生料发酵剂配方中含有较高的糖化酶和较高的酵母含量时,虽有较高的出酒率,但还不能令人满意,所以另外设计了如表 2 所示的 3 组配方,配方中进一步加大糖化酶和酵母的配比,同时在配方中增加了液化酶和蛋白酶两种成分。

表 2 配方设计 (%)					
配方	糖化酶	液化酶	蛋白酶	纤维素酶	耐高温活性干酵母
配方 1	76	10	4	2	8
配方 2	73	10	4	5	8
配方 3	76	10	4	5	5

在加曲 1.0 %,料水比 1:3,30 ℃条件下进行发酵实验,结果表

明,第二个配方最佳,出酒率为 59.33 %。换算成 48 度酒的出酒率大于 80 %,高于商品生料发酵剂的出酒率。

2.5 料水比对出酒率的影响

选取 1:3,1:4,1:5,1:6 的料水比在加曲 1 % (配方 2)、30 ℃条件下发酵 16 d,比较出酒率,确定最佳料水比,其结果见表 3。

表 3 料水比与出酒率的关系 (%)				
料水比	1:3	1:4	1:5	1:6
出酒率(65 %, v/v)	59.33	54.61	52.05	51.65

从代谢控制的角度来说,料水比高有利于消除酒精的终产物抑制作用,在最终醪液酒度相同的情况下,料水比 1:6 的出酒率应比 1:3 的高几乎一倍,但实验结果并没有证实这样的预测,其原因可能是料水比 1:6 的发酵液中,有关酶和酵母的浓度小于 1:3 的,发酵力弱,在这种情况下也容易染菌。发酵中有一组确实出现了染菌现象,尽管在发酵醪液中加了一定量的亚硫酸盐。对料水比高、出酒率反而低的问题还需做进一步的研究。

2.6 加曲量对出酒率的影响

用配方 2 以 1:3 的料水比,0.7 %,1.0 %,1.2 %,1.5 %,2.0 % 的加曲量,30 ℃条件下发酵 16 d,结果表明,1.0 % 的加曲量产酒率最高,实验数据见表 4。

表 4 加曲量对出酒率的影响(以 65 度计算)					
加曲量(%)	0.7	1.0	1.2	1.5	2.0
出酒率(%)	53.20	59.33	57.05	55.69	55.91

实验表明,并不是加曲量越高出酒率越高,其主要原因是加曲量的提高与醪液中糖度的提高并不成正比,而且加曲量的增加使醪液中糖的浓度降低太快,导致酵母的生长不良,所以,要取得高产必须协调好糖化、酵母生长、酒精发酵之间的关系。

2.7 温度、酸度对出酒率的影响

从糖化和酒精发酵的角度分析,pH 控制在 4 左右是有利的,糖化温度在 60 ℃左右较好,而酒精发酵温度却在 30~35 ℃较好。从简化工艺、降低成本角度考虑,对醪液的酸度并没有刻意的进行调整,实验温度控制在 30 ℃,这对于减缓酵母的衰老,改善酒的风味都是有好处的。

3 结论

3.1 通过本次实验得出,生料发酵剂最佳配方:糖化酶 73 %,α-淀粉酶 10 %,蛋白酶 4 %,纤维素酶 5 %,耐高温活性干酵母 8 %。

3.2 以玉米粉为原料,最佳发酵条件为加曲量 1.0 %,料水比 1:3,发酵温度 30 ℃,发酵周期 16 d,原料出酒率 59.33 % (65 度),高于商品生料发酵剂。

出酒率对于酿酒者来说是重要的,但酒的风味也同样重要,而且二者之间往往是矛盾的,因此应加大这方面的研究工作。

参考文献:

- [1] 刘义刚.再论生料酿酒技术[J].酿酒科技,2000,(2):45-47.
- [2] 刘义刚.生料糖化与酿酒研究概述[J].酿酒科技,2000,(5):40-43.
- [3] 刘德海,杨玉华,李新杰.生料酒工艺研究[J].中国酿造,2001,(2):27-28.
- [4] 王怀能,王辉.生淀粉糖化的研究[J].酿酒科技,2000,(3):32-34.
- [5] 肖冬光,邹海晏.生料酒技术有关问题探讨[J].酿酒科技,2000,(6):39-42.
- [6] 沈怡方.白酒生产技术全书[M].北京:中国轻工业出版社,1998.