

糯玉米黄酒发酵条件的优化

王成波

(黑龙江省农业科学院 玉米研究所, 黑龙江 哈尔滨 150086)

摘要:为增加黄酒品种类型,扩大原料来源,以糯玉米为原料,采用黑曲霉 3758 和酿酒酵母 *As. 1392* 为糖化剂和发酵剂,在单因素试验的基础上,利用正交试验对糯玉米黄酒的发酵条件进行优化,确定了最佳发酵条件为:糖化剂添加量为 9%,发酵剂添加量为 0.9%,发酵温度为 22℃,发酵时间为 19 d,初始 pH 为 5.5,此条件下酒精生成量为 16.7%。

关键词:糯玉米;黄酒;发酵条件

中图分类号:TS262.4

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2012)01-0089-03

糯玉米又称蜡质玉米、粘玉米,起源于中国,是玉米属 9 个亚种之一^[1]。与普通玉米相比,糯玉米的粗蛋白、赖氨酸、粗脂肪、油酸、棕榈酸含量都普遍高于普通玉米,其中赖氨酸含量一般比普通玉米高 30%~60%^[2];糯玉米籽粒胚乳中的淀粉近 100% 为支链淀粉。支链淀粉易溶于水,其水溶液具有稳定性、高粘度、凝沉性弱等优点^[3]。另外,糯玉米的淀粉易于消化吸收,消化率高达 85%,比普通玉米高 20% 以上^[4]。

黄酒是我国的民族特产,也是世界最古老的饮料酒之一,酒精含量一般为 15%~20%。因其独特的风味和富含小肽、氨基酸和维生素等营养成分,而备受消费者青睐,在国内外均享较高的盛誉^[5-6]。传统黄酒生产的基本原料以粳米、糯米为主,进入 20 世纪 80 年代后,开始出现以普通玉米为原料的黄酒产品。糯玉米是近年来在我国大量推广的玉米品种,因其籽粒中所含可溶性糖含量高于粳米和普通玉米,作为黄酒发酵原料具有较强的优势。该研究为进一步拓展糯玉米加工产业链条,开发对人体健康有积极意义的传统发酵饮品具有重要意义。该研究以糯玉米为主要原料,通过优化发酵条件,研究开发新型保健黄酒,以促进我国黄酒事业的发展,并为糯玉米深加工开辟一条新途径。

1 材料与方法

1.1 材料

供试酿酒原料为糯玉米龙粘 1 号(黑龙江省农业科学院玉米研究所);黑曲霉 3758、酿酒酵母 *As. 1392*, (中国工业微生物菌种保藏管理中心)。

所用仪器设备有 LRH-250 生化培养箱(上海一恒科学仪器有限公司)、KYC-100 型恒温摇床(北京晨曦勇创科技有限公司)、CL-32L 自动高压灭菌器(日本 ALP)、SW-LJ-2FD 型超净工作台(苏州净化设备有限公司)和 TGL-16 型台式高速冷冻离心机(湘仪离心机仪器有限公司)。

1.2 方法

1.2.1 工艺流程 糯玉米→去皮、去胚→粉碎→淘洗→浸米→蒸饭→淋饭→接种麸曲和酒母→发酵→压榨→澄清→煎酒→贮存→过滤→成品。

1.2.2 麸曲(糖化剂)的制备 取一定量的麸皮,加入 85% 的水,搅拌均匀,装于 250 mL 三角瓶,每瓶装量为 40~50 g,121℃ 灭菌 30 min。趁热摇瓶,混合均匀。冷却后,接种黑曲霉 3758,28℃、120 r·min⁻¹ 条件下,摇床振荡培养,菌丝布满培养基后,将瓶倒置,24 h 后将培养基倒入无菌牛皮纸口袋,37℃ 烘干,备用。

1.2.3 麸皮固体酵母(发酵剂)的制备 称取 100 g 黄豆芽,清洗干净,加水 500 mL,煮沸 30 min,双层纱布过滤,取葡萄糖 50 g 加入滤液中,121℃ 灭菌 30 min。冷却后,接种酿酒酵母 *As. 1392*,28℃、120 r·min⁻¹ 条件下摇床培养 2 d。然后再接种至含水量为 90% 的麸皮固体培养基中,28℃、120 r·min⁻¹ 条件下摇床培养 3 d。

1.2.4 单因素试验 以糯玉米为原料,按上述工艺酿造黄酒,分别考察黑曲霉糖化剂接种量、酵母发酵剂接种量、发酵温度、发酵时间、初始 pH 等发酵条件对黄酒酒精生成量的影响。

1.2.5 正交试验确定最优发酵条件 在单因素试验的基础上,选定酵母发酵剂接种量(A)、发酵温度(B)、发酵时间(C)、初始 pH(D)4 个因素,并分别选取 3 个水平,以酒精生成量为指标,采用 L₉(3⁴) 正交试验确定最优发酵条件,因素水平的选取见表 1。

收稿日期:2011-09-13

作者简介:王成波(1962-),男,黑龙江省依安县人,高级农艺师,从事玉米生物技术研究。E-mail: wcb0508@ yahoo.com.cn。

表 1 正交试验因素水平

Table 1 Factor and level table of the orthogonal experiment

水平 Level	发酵剂添加量(A)/%	发酵温度(B)/℃	发酵时间(C)/d	pH(D)
	Starter addition	Fermentation temperature	Fermentation time	pH
1	0.7	18	18	4.5
2	0.9	20	19	5.0
3	1.1	22	20	5.5

1.2.6 酒精含量的测定 用容量瓶取接近 20℃ 的黄酒 100 mL 倒入 250 mL 圆底烧瓶中,再取 50 mL 蒸馏水分次洗涤容量瓶,洗液合并入圆底烧瓶中,连接冷凝装置,加热蒸馏,馏出液承接于原容量瓶中,至馏出液体体积约为 95 mL 时,停止蒸馏,用蒸馏水定容,混合均匀后,倒入 100 mL 量筒中,测定温度、酒度(观察下限为准)。按测定的温度、酒度值查表,换算为 20℃ 时的酒精度(体积分数表示)^[7]。

2 结果与分析

2.1 糖化剂和发酵剂接种量对酒精生成量的影响

在 20℃、初始 pH 为 5.0 的条件下连续发酵 18 d,按 1.2.1 工艺流程酿造黄酒,考察不同糖化剂、发酵剂接种量对酒精生成量的影响。由图 1 可见,随着糖化剂添加量的增加,成品黄酒酒精生成量越高,这是由于增加糖化剂等同于增加糖化酶的量,加速了玉米淀粉水解产生小分子糖类的过程,为酵母菌发酵产生酒精的过程提供了充足的碳源;添加不同比例的发酵剂时,随着发酵剂添加量的增加,成品黄酒酒精生成量越高,但发酵剂添加量达到 0.9% 以上时酒精生成量增加不明显。在此过程中,保证糖化过程与发酵作用的均衡是非常重要的,糖化过程过快和过慢对发酵过程都是不利的。试验数据显示,糖化剂添加量为 9%,发酵剂添加量在 0.6%~1.2%,发酵效果较好。

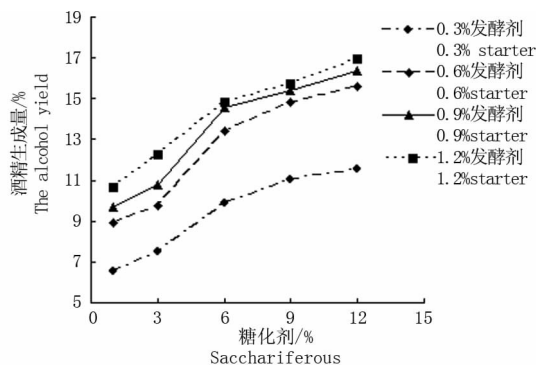


图 1 糖化剂和发酵剂接种量对酒精生成量的影响

Fig. 1 Effect of sacchariferous agent and starter inoculation on the alcohol yield

2.2 发酵温度对酒精生成量的影响

在糖化剂添加量为 9%、发酵剂添加量为 0.9%、发酵时间为 18 d、pH 为 5.0 的条件下,按 1.3.1 工艺流程酿造黄酒,考察不同发酵温度对酒精生成量的影响。由图 2 可以看出,在其它发酵条件相同的情况下,随着发酵温度的升高,成品黄酒酒精生成量越高,但是发酵温度过高不利于黄酒风味的形成、口感较差,而且会导致酵母早衰,使得后发酵能力减弱,糖分不能得到充分利用,在发酵后期易出现酸败现象。因而,温度在 15~21℃,发酵效果较好。

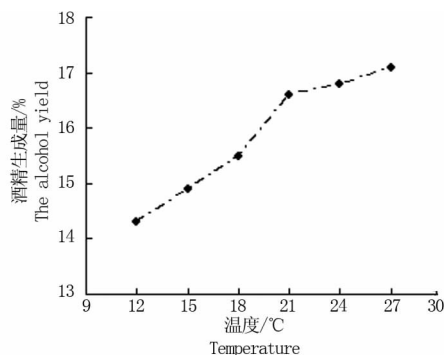


图 2 发酵温度对酒精生成量的影响

Fig. 2 Effect of fermentation temperature on the alcohol yield

2.3 发酵时间对酒精生成量的影响

在糖化剂添加量为 9%、发酵剂添加量为 0.9%、发酵温度为 20℃、pH 为 5.0 的条件下,按 1.3.1 工艺流程酿造黄酒,考察不同发酵时间对酒精生成量的影响。由图 3 可以看出,随着发酵时间的延长酒精生成量持续增加,风味物质的积累也在增加,在前 18 d 酒精生成量增加迅速,发酵 20 d 以后酒精生成量增加缓慢。考虑到口感、风味及发酵成本等因素,糯玉米黄酒的发酵时间确定为 18~20 d 比较合适。

2.4 初始 pH 对酒精生成量的影响

在糖化剂添加量为 9%、发酵剂添加量为 0.9%、发酵温度为 20℃、发酵 18 d 的条件下,按 1.2.1 工艺流程酿造黄酒,考察不同 pH 对酒精生成量的影响。由图 4 可以看出,初始 pH 在 4.0~5.5 时,酵母菌菌体生长速度快且代谢旺盛,发酵

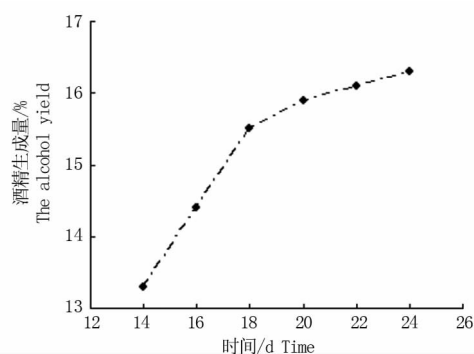


图3 发酵时间对酒精生成量的影响

Fig. 3 Effect of fermentation time on the alcohol yield

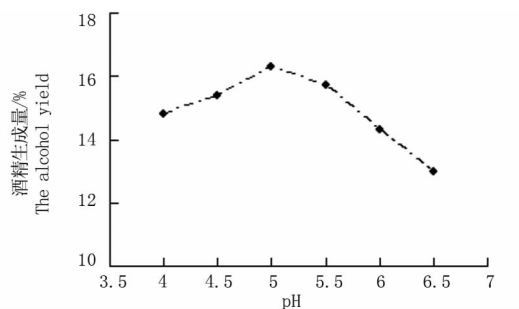


图4 初始 pH 对酒精生成量的影响

Fig. 4 Effect of initial pH on the alcohol yield

的酒精生成量也较高,当 pH 大于 5.5 时,霉菌和酵母菌的菌体生长速度缓慢,同时酒精生成量也明显减少。

2.5 糯玉米黄酒最优发酵条件的确定

为寻求最佳的发酵条件,以发酵剂接种量、发酵时间、发酵温度和初始 pH 为因素,采用 $L_9(3^3)$ 进行正交试验(见表 2)。

从表 2 中极差(R)的结果可以看出,各因素对黄酒酒精生成量的影响程度为 $A > B > D > C$,即发酵剂添加量 $>$ 发酵温度 $>$ 初始 pH $>$ 发酵时间。根据平均值(k)可以得出最优水平组为 $A_2 B_3 C_2 D_3$,即发酵剂添加量为 0.9%,发酵温度为 22℃,发酵时间为 19 d,初始 pH 为 5.5,此组合在 9 个

试验中未出现,在此条件下酿造糯玉米黄酒,测定酒精生成量为 16.7%,并且具有良好的风味。

表 2 正交试验结果

Table 2 Results of the orthogonal experiment

实验号 No.	因素 A	因素 B	因素 C	因素 D	酒精生成量/% Alcohol yield
1	1(0.7)	1(18)	1(18)	1(4.5)	14.6
2	1	2(20)	2(19)	2(5.0)	15.5
3	1	3(22)	3(20)	3(5.5)	15.9
4	2(0.9)	1	2	3	16.4
5	2	2	3	1	15.7
6	2	3	1	2	16.5
7	3(1.1)	1	3	2	15.2
8	3	2	1	3	16.1
9	3	3	2	1	16.3
k_1	15.33	15.40	15.73	15.53	
k_2	16.20	15.77	16.07	15.73	
k_3	15.78	16.23	15.60	16.13	
R	0.867	0.833	0.467	0.600	

3 结论

以糯玉米为原料酿制黄酒,不仅方法可行,而且产品风味独特。采用单因素试验考察了糖化剂接种量、发酵剂接种量、发酵温度、发酵时间、初始 pH 对黄酒酒精生成量的影响,并通过正交试验确定了糯玉米黄酒最佳发酵条件为:黑曲霉糖化剂添加量为 9%,酵母发酵剂添加量为 0.9%,发酵温度为 22℃,发酵时间为 19 d,初始 pH 为 5.5。

参考文献:

- [1] 姜绍通,黄静,潘丽军.糯玉米淀粉羧甲基化变性及其在食品中的应用研究[J].食品科学,2003,24(10):23-25.
- [2] 易建华,朱振宝,董文斌.糯玉米粉对软质面包面团及面包品质的影响[J].食品科技,2006(8):71-73.
- [3] 李艳茹,吉士东,郑大浩.糯玉米的营养价值和前景[J].延边大学农学报,2003(6):143-145.
- [4] 祁国栋,张炳文,王运广,等.超微粉碎技术对糯玉米粉加工特性影响的研究[J].食品科学,2008,29(9):146-149.
- [5] 赵春燕,王淑琴,郑艳,等.玉米黄酒发酵条件优化[J].沈阳农业大学学报,2001,32(5):363-365.
- [6] 李博斌.黄酒新国标介绍与分析[J].酿酒科技,2000(3):73-75.
- [7] 殷维松.黄酒简易酿造法[M].北京:中国食品出版社,1987.

Optimum Fermentation Conditions for Millet Wine of Waxy Maize

WANG Cheng-bo

(Maize Research Institute of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086)

Abstract: In order to increase the kinds of millet wine and expend the resource of the material, millet wine was made with the use of *aspergillus niger*(3758) and *saccharomyces cerevisiae*(As. 1392) as zymogenous strains and ground waxy maize as raw material. Based on a single factor, the fermentation conditions were optimized with orthogonal experiment. The result showed that the optimal reaction conditions as following: saccharifying agent was 9%, fermentation agent was 0.9%, fermentation temperature was 22℃, fermentation time was 19 d, initial pH was 5.5, under these conditions alcohol yield was 16.7%.

Key words: waxy maize; millet wine; fermentation conditions