

早籼稻谷生料发酵生产酒精的工艺研究

汪江波 薛海燕 邹玉玲 余响华

(湖北工业大学生物工程系,湖北 武汉 430068)

摘要: 在发酵液中添加钙、镁、锌离子可以提高淀粉出酒率,使发酵液中的残总糖明显下降。实验表明,利用早籼稻谷生料发酵生产酒精,最佳发酵温度为 32℃,最佳 pH 为 4,最佳发酵时间为 120 h,在最佳条件下发酵,酒分达到 9.3%(v/v),残总糖为 1.08%,淀粉出酒率为 53.64%。

关键词: 酒精; 生料发酵; 早籼稻谷; 工艺研究

中图分类号:TS262.2;TS261.4 文献标识码:B 文章编号:1001-9286(2005)04-0058-03

Research on Ethanol Production with Uncooked Early Nonglutinous Rice

WANG Jiang-bo, XUE Hai-yan, ZOU Yu-ling and YU Xiang-hua

(Bioengineering Department of Hubei Technology University, Wuhan, Hubei 430068, China)

Abstract: Addition of Ca^{2+} , Mg^{2+} , Zn^{2+} in fermenting liquid could increase liquor yield and reduce obviously residual total sugar in the solution. The experiments indicated that the optimum fermentation conditions for early nonglutinous rice to produce ethanol were as follows: temperature at 32℃, pH value as 4, and 120 h fermentation time. Under such conditions, alcohol content reached 9.3%(v/v), the percentage of total residual sugar achieved 1.08% and liquor yield of starch increased to 53.64%. (Tran. by YUE Yang)

Key words: fermentation; uncooked materials fermentation; early nonglutinous rice; technical research

早籼稻谷的精加工性能较差,外观和食用品质也较差,定价不合理,市售率低,造成大量积压。不仅会造成储存过程中粮食的损耗和品质下降,而且占用大量的国家粮食收购基金,加重了政府财政负担,同时也挫伤了农民种粮的积极性^[1]。早籼稻谷碳水化合物含量丰富,是发酵微生物的良好碳源。

淀粉溶于水后,形成被水束层包裹着的颗粒。由于水束层的阻隔作用,糖化酶不能糖化淀粉。传统发酵采用高温蒸煮的方法使淀粉颗粒膨胀,进而破坏颗粒的水束层。蒸煮消耗大量的燃料。生料发酵生产酒精的早籼稻谷粉碎后不经过蒸煮,直接发酵加入生淀粉糖化酶来破坏水束层,糖化生淀粉。生料发酵法生产酒精工艺简化,劳动强度大幅下降,可以节约 30%~40% 的燃料^[2],而且此研究不需除去谷壳,粉碎后的谷壳粉和谷粉一起发酵,进一步简化工艺,降低成本。当前中国能源紧缺,急需开发可再生能源,早籼稻谷生料发酵生产可再生性能源酒精,具有重要的意义。

1 材料和方法

1.1 菌种和制剂

酵母菌种:K 氏酵母菌,湖北工业大学微生物实验室保藏。

糖化酶:酶活力(50000 u/g),无锡酶制剂厂。

青霉素:购于湖北工业大学附属医院。

锌粒:上海向阳化工制剂。

1.2 原料

早籼稻谷,购于湖北省种子站,带壳粉碎后过 60 目筛。

麦芽,武汉华润啤酒有限公司提供。

自来水 Zn^{2+} 为 0.35 mg/L, Ca^{2+} 为 120 mg/L, Mg^{2+} 为 20 mg/L(数据由自来水公司提供)。

1.3 酵母菌培养基

1.3.1 酵母种子培养基 将麦芽粉碎过 40 目筛,加入 4 倍质量的水,65℃ 恒温 4 h,过滤,0.1 MPa 灭菌 30 min,得到麦芽汁,麦芽汁煮沸,加入 2% 的琼脂,趁热倒试管斜面,即得酵母种子培养基。

1.3.2 三角瓶培养基 麦芽汁冷却即得三角瓶培养基。

收稿日期:2004-12-22

作者简介:汪江波(1962-),男,湖北武汉人,研究生,副教授,主持、参与省级以上科研项目 13 项,其中获湖北省科技进步奖 1 项,湖北省优秀自然科学论文 1 项,发表论文 20 余篇。

1.3.3 酵母培养 把活化过的酵母接入三角瓶培养基中,32℃恒温培养28h。

1.4 发酵

1.4.1 发酵液制备 料液比为1:3,据前面工作知,不加液化酶,直接加糖化酶,不经过糖化工艺就可达最佳发酵效果,糖化酶添加量为225 u/g原料;用H₂SO₄调节pH为实验设定pH。

1.4.2 接种 接入10%活化的酵母菌种。

1.4.3 发酵控制 调节温度为实验设定温度,在10L的发酵罐满罐发酵,发酵开始后每隔2h搅拌10min,转速为100 r/min。

1.5 测定方法

残总糖测定采用菲林试剂滴定糖法。

酒分测定采用酒精厂检测法^[3]。

2 结果与结论

2.1 钙离子、镁离子和锌离子对发酵的影响(表1~3)

表1 钙、镁、锌离子对发酵影响的因素水平

水平	A	B	C
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Zn ²⁺
1	100	50	0.5
2	200	100	1.0
3	300	150	1.5

表2 钙、镁、锌离子对酒精分的影响

实验号	A	B	C	酒分(% , v/v)
1	1	1	1	9.0
2	1	2	2	9.2
3	1	3	3	9.2
4	2	1	2	9.0
5	2	2	3	9.2
6	2	3	1	9.1
7	3	1	3	9.1
8	3	2	1	9.3
9	3	3	2	9.2
K ₁	27.4	27.1	27.4	
K ₂	27.3	27.7	27.4	
K ₃	27.6	27.5	27.5	
k ₁	9.13	9.03	9.13	
k ₂	9.1	9.23	9.13	
k ₃	9.2	9.17	9.17	
R	0.1	0.14	0.04	

Ca²⁺、Mg²⁺、Zn²⁺在微生物的生命活动中起着非常重要的作用,它们或参与细胞结构物质的组成,或作为酶

表3 钙、镁、锌离子对残糖、出酒率的影响 (%)

试验号	残总糖	淀粉出酒率	试验号	残总糖	淀粉出酒率
1	1.25	51.28	6	1.27	51.55
2	1.10	52.50	7	1.25	51.55
3	1.15	52.50	8	1.08	53.64
4	1.25	51.28	9	1.09	52.50
5	1.16	52.50			

的活性基的组成部分或酶的激活剂,或控制原生质的胶体的状态和细胞通透性^[4],发酵液中的Ca²⁺、Mg²⁺、Zn²⁺往往不能满足酵母菌生长要求^[4]。从以上结果知道,Mg²⁺对发酵影响最大,直观较优组为8,计算较优组为Ca²⁺ 300 mg/L、Mg²⁺ 100 mg/L、Zn²⁺ 1.0 mg/L(各离子浓度为总浓度即自来水中离子与添加的离子总浓度),发酵得酒分为9.3%(v/v),比不添加Ca²⁺、Mg²⁺、Zn²⁺时的酒精度9.0%提高0.3%,残糖为1.08%,比不添加Ca²⁺、Mg²⁺、Zn²⁺的残糖1.80%明显下降,淀粉出酒率达53.64%。计算较优组所用Zn²⁺少,更经济。

2.2 青霉素对发酵的影响(见表4)

表4 青霉素对发酵的影响 (%)

实验号	青霉素	酒分	残总糖	实验号	青霉素	酒分	残总糖
1	2	9.3	1.10	3	6	9.3	1.09
2	4	9.3	1.08	4	8	9.3	1.08

青霉素可以有效地杀灭或抑制杂菌而不损伤酵母菌,而且可以为酵母菌的生长提供养分^[5]。通过试验知道,在添加Ca²⁺ 300 mg/L、Mg²⁺ 100 mg/L、Zn²⁺ 1.0 mg/L的基础上再添加青霉素对酒分的提高没有效果。结果表明,酵母菌在发酵时生长旺盛,已能有效地抑制杂菌生长。糖化酶糖化早籼稻谷粉后,发酵液中的养分能满足酵母菌营养的要求。

2.3 pH对发酵的影响(见图1)

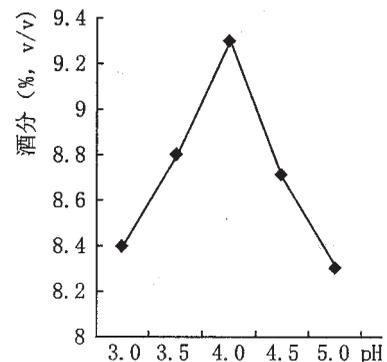


图1 pH对发酵的影响

生料发酵的最适pH不仅能使酵母菌处于较佳生长状态,而且使糖化酶的有效酶活力提高。在添加Ca²⁺、Mg²⁺、Zn²⁺的基础上进行试验,由图1可以知道发酵的最佳pH为4.0,此时酒分达9.3%(v/v)。

2.4 温度对发酵的影响(见图2)

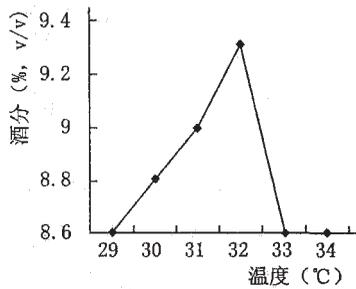


图2 温度对发酵的影响

生料发酵的温度不仅影响酵母菌的有效代谢,而且影响糖化酶的酶活力。杂菌能否被抑制也与温度紧密相关。当添加 Ca^{2+} 300 mg/L, Mg^{2+} 100 mg/L, Zn^{2+} 1.0 mg/L, pH 为 4.0, 试验表明最佳的发酵温度为 32 °C。

2.5 时间对发酵的影响(见图3)

发酵时间过短,发酵不彻底,原料利用率低;发酵时间过长,产生大量副产物。当 pH 为 4, 发酵温度为 32 °C, Ca^{2+} 300 mg/L, Mg^{2+} 100 mg/L, Zn^{2+} 1.0 mg/L, 发酵时间为 120 h 时,酒分达到 9.3 % (v/v), 残总糖为 1.08 %, 淀粉出酒率为 53.644 %。

3 结论

早籼稻谷生料发酵生产酒精时,钙、镁、锌离子分别为 Ca^{2+} 300 mg/L, Mg^{2+} 100 mg/L, Zn^{2+} 1.0 mg/L 时可以提高淀粉出酒率 0.3 %, 发酵液中的残总糖明显下降。试

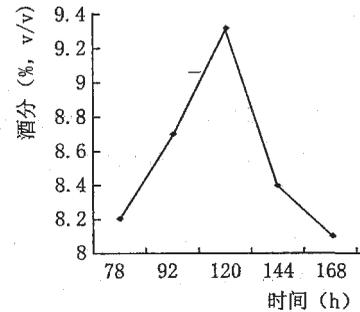


图3 发酵时间对发酵的影响

验表明,最佳发酵温度为 32 °C, 最佳 pH 为 4, 最佳发酵时间为 120 h, 在最佳条件下发酵, 酒分达到 9.3 % (v/v), 残总糖为 1.08 %, 淀粉出酒率为 53.84 %。

参考文献:

- [1] 何国庆, 伊源明, 葛红鹃, 等. 早籼米酒精发酵的液化条件初探[J]. 中国水稻科学, 2002, 16(4):375-377.
- [2] 覃红梅, 韦仕岩, 张家伟. 酶制剂在玉米生料发酵酒精生产中的应用研究[J]. 酿酒科技, 2002 (5):46-47.
- [3] 天津轻工业学院, 华南工学院. 工业发酵分析[M]北京: 中国轻工业出版社, 1986.
- [4] 李雪雁. 实现酒精高效发酵的控制途径[J]. 酿酒, 2002, 29 (2):66-67.
- [5] 李继德. 青霉素在酒精发酵中的应用[J]. 酿酒科技, 2002 (4):49-50.

中国酿酒工业协会第三次会员代表大会暨三届一次理事会(扩大)会议在北京召开



本刊讯:中国酿酒工业协会第三次会员代表大会暨三届一次理事会(扩大)会议于2005年3月18-19日在北京召开,来自全国酿酒行业的参会代表共341人,国家有关方面的领导到会讲了话并表示祝贺。

本次大会主要听取并通过第二届理事会理事长耿兆林同志作的第二届理事会工作报告、会计师李盈同志作的第二届理事会财

务报告。宣布了中国酿酒工业协会第三届理事、常务理事单位推荐名单,其中理事单位共270名、常务理事单位共117名。宣布了第三届理事长、副理事长、秘书长名单,并经参会代表一致同意,王延才同志当选第三届理事会理事长、王琦等17名同志当选副理事长、王琦同志当选秘书长(兼)。另外,会上还宣读了中国酿酒工业协会2004年工作总结及2005年工作要点、中国酿酒行业经济效益报告暨100强企业名单。

此次大会还进行了颁奖,给酿酒行业获得科技进步优秀论文奖的作者颁布证书及奖杯。会议最后听取了新当选理事长王延才同志的总结发言,并在全体代表的掌声中圆满结束。(莹子)