

溶解氧对木薯为原料发酵生产柠檬酸的影响

秦 晴

(安徽丰原发酵技术工程研究有限公司, 安徽 蚌埠 233010)

摘要: 以木薯作为柠檬酸发酵原料, 考察了通风比、搅拌转速及罐压对柠檬酸发酵的影响。在搅拌转速 400 r/min, 罐压 0.10 MPa 的条件下, 分 3 个阶段控制通风比: 0~12 h 通风比 1:0.2 (v/v); 12~32 h 通风比 1:0.3 (v/v); 32 h 至发酵结束通风比 1:0.18 (v/v)。在此条件下进行柠檬酸发酵, 发酵周期 52 h, 产酸 17.7% (m/v), 转化率达到 98.3%。

关键词: 柠檬酸; 木薯; 通风比; 转速; 罐压

中图分类号: TQ921.1 文献标志码: A 文章编号: 1001-1463(2016)12-0035-02

doi:10.3969/j.issn.1001-1463.2016.12.012

Influence of Dissolved Oxygen on Fermentation Producing Citric Acid with Cassava as Raw Materials

QIN Qing

(Anhui BBKA Group Co., Ltd., Bengbu Anhui 233010, China)

Abstract: The effects of ventilation ratio, stirring speed and pressure on the citric acid fermentation were investigated by using cassava as raw material. Under the conditions of 400 r/min and 0.10 MPa, a three-stage ventilation control strategy was developed: the ventilation ratio was kept at 1:0.2 (v/v) during the first 12 h, and maintained at 1:0.3 (v/v) for the following 20 h, and then increased to 1:0.18 (v/v) till the end of fermentation. Citric acid fermentation was carried out under this condition, the fermentation cycle was 52 h, the yield of citric acid was 17.7% (m/v), and the conversion rate was 98.3%.

Key words: Citric acid; Cassava; Ventilation ratio; Rotational speed; Tank pressure

在柠檬酸发酵中, 溶解氧是黑曲霉发酵生产柠檬酸控制的重要参数之一, 溶解氧的大小对菌体生长和产物的形成及产量都会产生不同的影响。尤其在产酸期, 一旦断氧将使柠檬酸的侧呼吸链发生不可逆的损失, 从而使产量大幅度降低^[1]。在柠檬酸发酵过程中溶解氧是否一直要维持很高水平, 怎样获得经济而又实用的溶解氧。笔者将从通风量、搅拌转速及罐压等决定培养基内溶解氧浓度的最基本条件着手进行溶解氧的研究。

木薯产量高, 不与主要粮食争地, 价格低廉, 淀粉含量高, 以木薯为原料发酵生产柠檬酸, 可以克服薯干原料的质量问题, 也能在一定程度上解决用玉米粉生产柠檬酸粮耗高的问题^[2], 有利于缓解粮食危机。我们以木薯为原料进行柠檬酸发酵过程中的溶解氧研究, 对柠檬酸工业化生产的推广具有现实意义。

1 材料与amp;方法

1.1 菌种

黑曲霉麸曲孢子菌种由安徽丰原发酵技术工程有限公司提供。

1.2 主要仪器

BIOFLO-110 5 L 全自动发酵罐; FUS-50 L 全自动发酵罐。

1.3 木薯液化清液的制备

按 30% (m/v) 的粉浆比对木薯粉进行调浆, 按 50 U/g 绝干淀粉的量加入耐高温 α -淀粉酶, 90 °C 液化至碘试合格, 离心取清液。

1.4 种子培养

以木薯液化清液作为种子培养基的底糖, 加入豆粕粉作为氮源, 种后总糖按 16.0% (m/v) 配制, 氮源(以粗蛋白计)按 0.7% (m/m) 配制。培养基装至 5 L 发酵罐, 装液量 70%, 121 °C 灭菌 30

收稿日期: 2016-10-11

作者简介: 秦 晴(1984—), 女, 安徽蚌埠人, 工程师, 硕士, 从事微生物发酵工作。E-mail: 65791766@qq.com。

min, 待温度下降至 40 ℃ 以下时, 接入黑曲霉孢子。培养温度 36 ℃, 转速 700 r/min, 通风比 1 : 0.3 (v/v), 培养约 20 h。

1.5 发酵培养

以木薯液化清液作为种子培养基的底糖, 加入豆粕粉作为氮源, 种后总糖按 18.0% (m/v) 配制, 氮源(以粗蛋白计)按 0.6% (m/m) 配制。培养基装至 50 L 发酵罐, 装液量 70%, 110 ℃ 灭菌 20 min, 待温度下降至 40 ℃ 以下时接入培养好的种子。接种量约为 104 个 /mL 菌球, 培养温度 37 ℃。

1.6 分析方法

酸度测定: 发酵液经普通滤纸过滤后, 用 0.142 9 mol/L NaOH 滴定, 每消耗 1 mL NaOH 为 1% 酸度。总糖测定: 经 6 mol/L 硫酸水解后, 用费林法测定^[1]。还原糖测定: 直接用费林法测定^[1]。转化率: 发酵产酸量与发酵初始总糖量之比。

2 结果与分析

2.1 通风比对柠檬酸发酵的影响

在搅拌转速 300 r/min、罐压 0.05 MPa 的条件下, 考察不同通风比对柠檬酸发酵的影响。从表 1 可以看出, 单纯提高通风比对产酸转化率的提高并不显著, 这可能是因为在该转速和罐压下, 通风比 1 : 0.2 (v/v) 时溶解氧已经达到饱和, 此时通风比已经不是柠檬酸发酵的限制因素。为了节省动力, 试验在通风比 1 : 0.2 (v/v) 的条件下考察搅拌转速和罐压对柠檬酸发酵的影响。

表 1 通风比对柠檬酸发酵的影响

通风比 /(v/v)	酸度 /%	周期 /h	转化率 /%
1 : 0.2	15.9	60	88.1
1 : 0.3	15.9	60	88.3
1 : 0.5	15.9	60	88.4

2.2 搅拌转速对柠檬酸发酵的影响

在通风比 1 : 0.2 (v/v)、罐压 0.05 MPa 的条件下, 考察搅拌转速对柠檬酸发酵的影响。表 2 结果表明, 当转速由 300 r/min 提高到 400 r/min 时, 酸度及转化率均有所提高, 周期有所缩短; 当转速由 400 r/min 提高到 500 r/min 时, 酸度及转化率

表 2 搅拌转速对柠檬酸发酵的影响

搅拌转速 /(r/min)	酸度 /%	周期 /h	转化率 /%
300	15.9	60	88.1
400	16.2	58	90.2
500	16.3	58	90.5

并无显著提高。这可能是因为适当提高转速可以增加溶解氧并加快传质速度^[1]。

2.3 罐压对柠檬酸发酵的影响

在通风比 1 : 0.2 (v/v)、搅拌转速 400 r/min 的条件下, 考察不同罐压对柠檬酸发酵的影响。由表 3 可知, 提高罐压可以较显著地提高柠檬酸的产酸及转化率。这可能是因为柠檬酸发酵中, 较高的罐压不仅增加菌体产酸所需的溶解氧, 还可以增加 CO₂ 的溶解度, 促进了 CO₂ 的固定。

表 3 罐压对柠檬酸发酵的影响

罐压 /MPa	酸度 /%	周期 /h	转化率 /%
0.05	16.2	58	90.2
0.07	16.6	58	92.3
0.10	17.0	58	94.5

2.4 分阶段控制通风比对柠檬酸发酵的影响

研究发现, 在柠檬酸发酵过程中, 发酵前期 0 ~ 12 h 时, 菌体对氧的需求量较少; 发酵 12 ~ 32 h, 菌体对氧的需求量较大; 发酵 32 h 至发酵结束, 菌体对氧的需求量减少。这与陈雪梅等^[3]的研究相一致。通过试验发现, 在搅拌转速 400 r/min、罐压 0.1 MPa 的条件下, 分 3 个阶段控制通风比: 0 ~ 12 h 通风比 1 : 0.2 (v/v); 12 ~ 32 h 通风比 1 : 0.3 (v/v); 32 h 至发酵结束通风比 1 : 0.18 (v/v)。在此条件下进行柠檬酸发酵, 发酵周期 52 h, 产酸 17.7% (m/v), 转化率达到 98.3%。

3 结论

通过控制通风比、搅拌转速、罐压对柠檬酸发酵过程中的溶解氧进行研究, 在搅拌转速 400 r/min, 罐压 0.10 MPa 的条件下, 分 3 个阶段控制通风比可缩短发酵周期至 52 h, 产酸达到 17.7% (m/v), 转化率可达 98.3%。表明在柠檬酸发酵过程中, 溶解氧并不需要一直维持在很高水平, 而应根据菌体实际需要来控制溶解氧, 从而提高供氧效率, 降低能耗成本。

参考文献:

- [1] 金其荣, 张继民. 有机酸发酵工艺学[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1995.
- [2] 蒋升湧. 木薯产业发展趋势与对策措施[J]. 市场论坛, 2005(11): 28-32.
- [3] 陈雪梅, 游佳清, 李建成, 等. 溶解氧对黑曲霉发酵生产柠檬酸的影响[J]. 食品与发酵科技, 2009(45): 42-44.

(本文责编: 郑丹丹)