

利用芭蕉芋葡萄糖浆发酵生产甘油

刘桂香¹ 诸葛斌² 诸葛健²

1(苏州农业职业技术学院食品系,苏州,)

2(江南大学生物工程学院教育部生物工程重点实验室,无锡,214036)

摘 要 研究确定了利用双酶法水解获得的粗芭蕉芋葡萄糖浆生产甘油的最适条件:葡萄糖浓度 22%~23%,尿素 1.5 g/L,玉米浆 1.0 g/L,摇床转速 120 r/min;糖化液 pH 值是否调整对甘油产量影响不大;摇瓶发酵甘油浓度可达 110 g/L,耗糖转化率达 48%。与以工业葡萄糖为碳源的甘油发酵相比,以芭蕉芋糖化液为碳源的甘油发酵最适初始葡萄糖浓度稍低,外加营养需要量降低,发酵摇床转速提高。

关键词 糖化液,芭蕉芋,甘油,产甘油假丝酵母

芭蕉芋(*Canna edulis*, Ker)是蕉科美人蕉属的一种单子叶半野生植物,具有易种植、耐贫瘠、易栽种、抗逆性强;产量大,价格便宜;淀粉含量高,颗粒大,结构疏松,糊化温度低等特点。目前还未发现其中有对人体有害的物质^[1]。近年来它的应用潜力得到日益开发,例如制备芭蕉芋淀粉^[2]、变性淀粉(如羧甲基淀粉)^[4]等。传统发酵法生产甘油采用玉米淀粉,生产成本低,与化学法相比缺乏市场竞争力。本研究中采用双酶法水解芭蕉芋粉得到葡萄糖浆,以 3.0 g/L 的活性炭脱色后,作为产甘油假丝酵母的主要碳源,发酵生产甘油,从而降低发酵法生产甘油的成本。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

耐高渗甘油酵母,江南大学生物工程学院工业微生物实验室;去皮芭蕉芋干片,云南龙陵;尿素,玉米浆,粉末状活性炭。

1.2 试验仪器及设备

5 L 发酵罐, Korea Fermentor Co. Ltd, Model: Kf-5L;摇床 HYG-II, 上海新星自动化控制设备成套厂;光栅分光光度计 722 型,中国轻工业机械总公司常熟衡器厂;生物传感分析仪 SBA-49B,山东省科学院生物研究所。

2 试验方法

2.1 不同葡萄糖浓度梯度试验

去皮芭蕉芋制得的糖化液不仅颜色深,而且粘度也比等浓度纯葡萄糖溶液大。粘度的不同,会导致发酵过程中溶氧的差异和培养基渗透压的变化。因此,有必要重新确定最适发酵葡萄糖浓度。发酵终点以 0.5% < 残糖 < 1% 为准。试验情况如图 1。

结果表明,随着初糖浓度的增加,耗糖转化率和甘油浓度增大,但同时发酵时间也延长,特别是当初糖浓度超过 25% 后,发酵末期糖降速度变得十分缓慢。甘油发酵时间过长导致生产周期延长,相应增加生产成本。综合甘油生产情况和

发酵时间两方面的因素,本试验选择在 22%~23% 的初糖浓度为宜,比以纯葡萄糖作为发酵培养基碳源的糖浓度稍低。

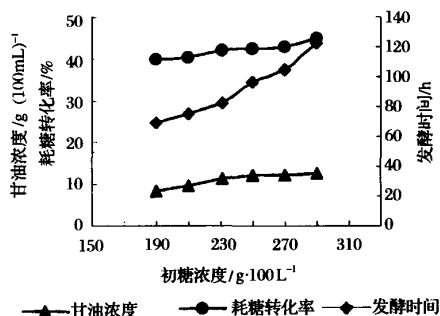


图1 不同初糖浓度发酵情况

2.2 不同初始 pH 值对发酵甘油的影响

芭蕉芋粉糖化时 pH 较低(4.0~4.5),糖化液经过过滤、脱色和浓缩,配制成的发酵培养基 pH 约 4.8 左右,这与相同配方的葡萄糖发酵培养基初始 pH 值(约 6 左右),具有一定差距。在本试验中,研究了不同初始 pH 值糖化液的发酵情况。96 h 后结束发酵,实验结果如图 2。结果表明,发酵初始 pH 值对最终甘油产量影响不大。因此,糖化液可以不调 pH 值。

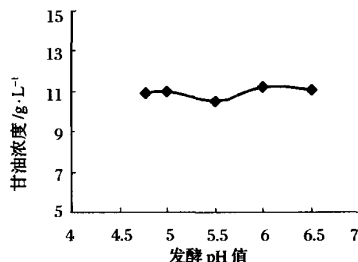


图2 不同初始 pH 对发酵结果的影响

2.3 不同玉米浆浓度梯度试验

培养基中的总磷量是影响产甘油假丝酵母产甘油能力的主要因素之一。总磷量直接关系到菌体的生长。过低,菌体量不足,发酵能力相应就弱;过高,培养基中大多数营养成分用于菌体生长,菌体量过大,单位细胞得到的氧就减少,酵母细胞要维持代谢就必须利用其他的中间代谢产物作为电

第一作者:硕士,助教。

收稿日期:2005-01-06

子受体以保持细胞氧化还原的电中性,副产物增多,结果葡萄糖的消耗速度虽然加快了,发酵时间缩短了,但甘油的产量仍然不高。工业化生产中,磷的主要来源是玉米浆,同时芭蕉芋粉本身也含有一定量的磷。另外,玉米浆中含有细胞合成时需要的氨基酸、核酸、维生素和微量元素等营养物质。因此,重新考虑不同玉米浆浓度的发酵情况是必要的。

发酵 72 h 后的结果如图 3 所示,玉米浆浓度为 1.0 g/L 时,发酵液具有最高的甘油含量,因此玉米浆浓度 1.0 g/L 比较合适。

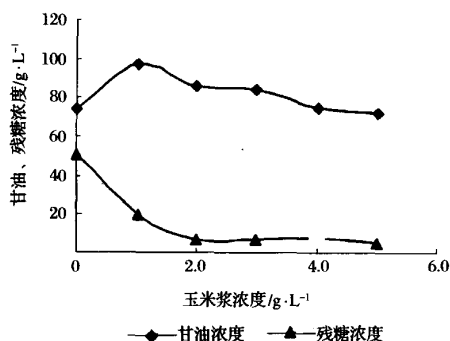


图3 不同玉米浆浓度对发酵的影响

2.4 不同尿素浓度梯度实验

工业上耐高渗甘油假丝酵母生产甘油的氮源主要由尿素提供,本试验发酵原料芭蕉芋葡萄糖浆中本身也含有氮元素,这些氮主要来源于芭蕉芋原料和液化糖化过程中的酶。因此,有必要重新确定最佳尿素浓度。图4显示不同尿素水平的发酵情况。试验表明,随着尿素浓度的增加,发酵时间缩短;当尿素添加量低于 1.0 g/L 时,发酵时间多于 140 h 而残糖下降缓慢;在尿素添加量在 1.0~1.5 g/L 时,甘油浓度最高;当尿素添加量超过 1.5 g/mL 后,甘油浓度反而下降。综合各项因素,选择尿素浓度 1.5 g/mL 较理想。

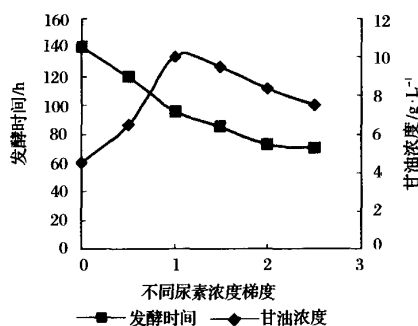


图4 不同尿素浓度对发酵的影响

2.5 不同摇床转速对发酵的影响

通风量对耐高渗产甘油酵母产甘油有十分重要的影响。芭蕉芋葡萄糖浆,没有经过脱盐等一系列精制过程,糖浆中含有一定量的杂质,因此与等浓度葡萄糖溶液相比,糖浆粘度较大,发酵液溶氧系数小。因此需要重新确定摇瓶转速。图5显示了不同摇床转速对发酵的影响。250 mL 三角瓶中加 25 mL 发酵液,结果表明,摇床转速低,供氧低,耗糖速度快,发酵液呈一股浓郁的酯香味,这是因为供氧不足,致使代谢途径向

产酸的方向发展,产生的酸和乙醇形成酯,因此甘油产量相应不高;摇床转速高,供氧高,糖降速度慢,发酵液气味淡,甘油浓度高。综合发酵时间和甘油产量,选择 120 r/min。

图5 不同摇床转速对发酵的影响

2.6 5 L 发酵罐发酵试验

在 5 L 发酵罐中进行小型扩大试验,发酵罐初始葡萄糖浓度为 21.75%,接种量 4%,培养温度 31.5℃,尿素 1.5 g/L,玉米浆 1.0 g/L。发酵试验结果如图 6 所示,最终发酵 105 h,残糖 1%,耗糖转化率 45.88%。

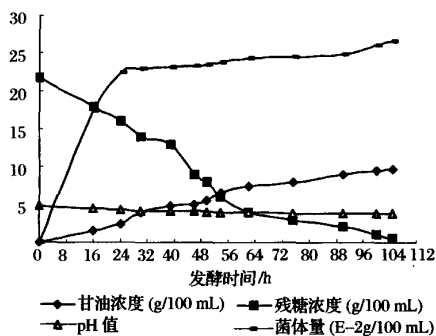


图6 5 L 发酵罐发酵试验

3 结果与讨论

初始糖浓度 22%~23%,玉米浆浓度 1.0 g/L,尿素 1.5 g/L,摇床转速 120 r/min 时,发酵效果最好;糖化后不需重新调整 pH 值即可进行发酵。与纯葡萄糖为碳源的发酵相比,初始葡萄糖稍低,玉米浆和尿素等外加营养需要量降低,摇瓶发酵甘油产量可达 110 g/L,耗糖转化率达 48%。

在 5 L 发酵罐上进行小型扩大验证试验,发酵情况良好,初糖 217.5 g/L 发酵液发酵结束后,甘油浓度为 96 g/L,耗糖转化率为 46%。

参考文献

- Hermann M. Starch noodles from edible canna. In: j Janick(ed), Progress in New Crops Arlington[M]:ASHS Press,1996. 507~508
- 黄立新,杨松青.芭蕉芋淀粉的工业化生产[J].武汉工业学院学报,2000(10):21~23
- 邱树毅,王广莉.芭蕉芋羧甲基淀粉研制[J].淀粉与淀粉糖浆,2001(2):26~30