

植酸酶在玉米原料酒精生产中的应用*

张强¹, 陆军¹, 侯霖², 金花², 朴敬慧²

(1. 长春理工大学生命科学院, 吉林 长春 130022; 2. 吉林省轻工业设计研究院, 吉林 长春 130021)

摘要: 植酸酶分解玉米原料中的植酸磷, 释放出无机磷, 促进酵母发育及代谢。实验结果表明, 发酵时添加植酸酶, 酒精含量平均提高 0.8% (v/v), 原料出酒率平均提高 1.6%, 即生产 1 t 酒精可节省 140 kg 玉米, 效益非常可观。

关键词: 酒精; 植酸酶; 原料出酒率

中图分类号: TS262.2; TS261.4; Q55 文献标识码: B 文章编号: 1001-9286(2005)07-0051-02

Application of Phytase in Alcohol Production with Corn as Raw Materials

ZHANG Qiang¹, LU Jun¹, HOU Lin², JIN Hua² and PIAO Jing-hui²

(1. College of Life Science, Changchun Science and Technology University, Changchun, Jilin 130022; 2. Jilin Light Industry Design & Research Institute, Changchun, Jilin 130021, China)

Abstract: Phytase could decompose phosphorus-phytate in corn and give out inorganic phosphorus and advance yeast growing and metabolism. Experimental results suggested that addition of phytase in fermentation could increase alcohol content by 0.8% (v/v) and output rate of raw materials by 1.6%, namely, 140 kg corn saved for alcohol production per ton. (Tran. by YUE Yang)

Key words: phytase; phosphorus-phytate; alcohol; output rate of raw materials

20 世纪 70 年代爆发的石油危机以及日趋恶化的环境问题, 人们开始寻找新的可再生燃料来替代石油, 因此, 发展燃料酒精工业的市场条件已日趋成熟, 并且已经成为国内外研究的热点, 发展燃料酒精不但可以消耗大量玉米等含淀粉质原料, 促进农业种植业的持续发展, 并且可以作为清洁燃料替代汽油或作为汽油添加剂, 减轻汽车尾气的污染, 保护环境, 同时也缓解战略物资原油的进口压力, 这将有助于改善生态环境, 有助于调整我国能源结构, 保护我国有限的地下资源, 同时对地区经济的发展也将产生深远影响, 因此提高酒精产量, 降低酒精生产成本非常重要。

我们在发酵过程中加入植酸酶, 它能解除植酸的抗营养作用, 分解玉米中的植酸磷, 释放出无机磷, 促进了酵母的生长发育及代谢作用, 增加了酒精的产量 0.8% (v/v), 提高了原料出酒率 1.6%, 并且可降低废水中磷的含量, 有利于环境保护。

1 植酸酶的酶学特性

植酸酶(Phytase)是催化植酸及植酸水解成肌醇与磷酸(或磷酸盐)一类酶的总称, 属磷酸单脂水解酶, 它

实际包括植酸酶和酸性磷酸酶两种酶。大多数纯化的植酸酶最适 pH 在 2~6 之间, 等电点在 3~5 之间。它能将肌醇六磷酸(植酸)分解成为肌醇和磷酸。将植酸分子上的磷酸基团逐个切下, 形成中间产物 IP₅, IP₄, IP₃, IP₂, IP, 终产物为肌醇和磷酸。大多数微生物来源的植酸酶作用机理如下^[1-3]。

植酸→D-1,2,3,4,5,6-五磷酸肌醇和 D-1,2,3,4,5-五磷酸肌醇→1,2,5,6-四磷酸肌醇→1,2,5-三磷酸肌醇或 1,2,6-三磷酸肌醇→1,2-二磷酸肌醇→2-磷酸肌醇

2 植酸酶在玉米原料酒精发酵中的作用机理

玉米中的磷大部分以植酸磷的形式存在, 其中 90% 在胚芽中, 而其余则在糊粉中, 不能被微生物利用, 既浪费资源, 又对环境造成污染。玉米中磷的含量如表 1。

表 1 玉米中磷含量

项目	总磷(g/kg DM)	植酸磷(%)	有效磷(%)
玉米	2.9	71.7	12

我们在发酵过程中加入植酸酶, 它能将植酸磷分解为无机磷, 磷是合成酵母菌的菌体细胞中核酸、核蛋白、

* 本课题为国家“十五”攻关重大课题——玉米变性淀粉与酒精深加工技术与开发(课题编号 2001)中子课题。

收稿日期: 2005-02-21

作者简介: 张强(1969-), 男, 吉林人, 硕士, 高级工程师, 发表论文数篇。

磷脂和其他含磷化合物的重要组成部分,是菌体细胞中许多辅酶(辅酶就是一种在酶的催化反应中作为电子、原子或某些化学基团的传递者,是一种非蛋白质分子的活性基)的重要组成部分,其高能磷酸键在细胞的能量贮藏和传递、转运中起主要作用,同时磷与其他化合物结合的磷酸盐,又是培养基中重要的pH值缓冲剂之一。当细胞中缺少磷时,就会引起各种代谢产物的紊乱。特别是酵母菌在发酵时如果缺少磷,发酵醪中葡萄糖利用速度就会减慢,发酵周期延长,成熟醪中残余糖分增加。特别是当细胞中缺少磷时,对菌体细胞合成及排出代谢产物带来困难,对各种辅酶的形成也将受到阻碍。

3 材料与与方法

3.1 原料

市售玉米面,淀粉含量65%。

3.2 菌种

安琪耐高温酒用酵母,安琪酵母股份有限公司。

3.3 酶制剂

糖化酶:江苏宏达酶制剂厂,酶活力100000 u/mL。

液化酶:NOVO公司生产,酶活力35000 u/mL。

植酸酶:酶活力500 u/g,由天津诺沃公司提供,经我所预处理。

3.4 实验及分析方法

3.4.1 发酵培养基:100 g玉米面加入200 g水(1:2),加入液化酶,80℃液化30 min,冷却到60℃,加入糖化酶糖化1 h,然后冷却到30℃进行发酵。

3.4.2 酒精浓度测定:取100 mL成熟发酵液于蒸馏瓶中加入100 mL蒸馏水,然后蒸馏出100 mL溶液,利用酒精比重计(标温20℃)测定此溶液中的酒精浓度。

3.4.3 残还原糖测定:费林试剂滴定法。

3.4.4 原料出酒率及淀粉出酒率:

$$\text{原料出酒率} = \frac{\text{酒精产量}}{\text{原料重量}} \times 100\%$$

4 实验结果及讨论

4.1 不同添加时间对植酸酶作用效果的影响(发酵醪理化指标见表2)

表2 不同添加时间对植酸酶作用效果影响

项目	植酸酶添加时间		
	未加	糖化开始时加	发酵开始时加
酒度(%)	14.0	14.1	14.5
还原糖(%)	0.16	0.15	0.12

从表2可以看出,加入植酸酶比未加入者效果要好,发酵时加入效果较好。可见加入植酸酶,有利于酵母生长,提高了酒精产量。

4.2 植酸酶不同添加量的影响(酒精发酵醪指标,见表3)

从表3可以看出,加入植酸酶比未加入的效果好,

表3 植酸酶不同添加量的影响

项目	编号			
	1	2	3	6
植酸酶添加量(u/g原料)	0	3	5	8
酒度(%,v/v)	14.0	14.3	14.6	14.6
还原糖(%)	0.16	0.15	0.14	0.14
原料利用率(%)	34.0	34.7	35.4	35.4

注:此数据为3次实验平均结果。

加入5 u/g原料效果较好。

4.3 稳定及扩大试验

根据以上试验结果,我们进行了3批次稳定及扩大试验。在1000 mL三角瓶中加入600 g原料(200 g玉米面+400 g水),制成发酵培养基^[4,5],结果见表4,表5。

表4 空白对照试验

批次	酒精含量(%)	残还原糖(%)	原料出酒率(%)
1	13.8	0.15	33.8
2	13.8	0.16	33.8
3	13.9	0.16	33.9
平均	13.8	0.16	33.8

表5 稳定及扩大试验

批次	酒精含量(%)	残还原糖(%)	原料出酒率(%)
1	14.7	0.14	35.5
2	14.6	0.14	35.4
3	14.6	0.14	35.4
平均	14.6	0.14	35.4

连续3批次实验结果表明,添加植酸酶效果是很明显的,主要技术指标酒精含量平均提高0.8%(v/v),原料出酒率平均提高1.6%,即生产1 t酒精可节省140 kg玉米,效益是非常可观的。

5 结论

玉米原料中加入植酸酶,有利于无机磷的释放,从而提高酵母菌的生长及代谢能力,提高酒精产量。从实验可以看出,原料出酒率提高了1.6%。目前市场上植酸酶主要是国外产品,如巴斯夫、诺和诺得等大公司产品,售价较贵,每吨价格20万元以上。据报道国内已有两家单位开发出植酸酶基因工程菌,但目前在市场还未见基因工程菌生产的植酸酶产品。因此还有待于进一步开发活力高、价廉的专用植酸酶应用于酒精生产。

参考文献:

- [1] Yamamoto et al. Ferment Technol[J]. 1981, (6): 485-487.
- [2] Nobayahi. Ferment Technol[J]. 1984, (2): 61-62.
- [3] 马玺,等.植酸酶研究进展及其在饲料工业中的应用[J].粮食与饲料工业,2001(4): 27-30.
- [4] 张强,等.发酵添加剂在酒精生产中应用[J].酿酒科技,2004,(2): 54.
- [5] 李继德.青霉素在酒精发酵中的应用[J].酿酒科技,2001,(4): 49-51.