

# 新型耐酸真菌淀粉酶在麦芽糖生产上的应用

钱莹, 段钢

(杰能科丹尼斯克公司, 江苏无锡, 214035)

**摘要** 麦芽糖生产中, 糖液染菌是很难解决的问题, 采用杰能科(Genencor)公司的一种新型真菌淀粉酶用于麦芽糖生产, 与传统的真菌淀粉酶相比, 可在 pH4.5 的条件下工作, 这对解决生产中糖液易染菌的问题非常有效。

**关键词** 麦芽糖, 真菌淀粉酶, 低 pH, 染菌

进入 21 世纪后, 淀粉糖步入快速发展期, 到 2006 年, 全国淀粉糖产量已经达到 600 万 t。品种也越来越多, 有饴糖、高麦芽糖、超高麦芽果糖、液体葡萄糖、结晶和无水葡萄糖、果葡糖、麦芽糊精、低聚糖、全糖、糖醇等 20 几个品种, 这其中主要以葡萄糖和麦芽糖为主。而麦芽糖由于其特有的性质, 越来越受到人们的关注<sup>[1]</sup>。

目前在麦芽糖工业上常使用的酶制剂多为真菌淀粉酶和  $\beta$ -淀粉酶, 它们的操作条件多为偏酸性, pH 一般控制在 5.3~5.6, 温度一般控制在 58~60℃左右。而在这个操作条件下, 乳酸杆菌非常容易繁殖, 从而导致生产过程中罐体内的 pH 值迅速下降, 这不仅不利于酶作用的发挥, 而且也导致最终产品中的麦芽糖含量偏低, 副产物增多。因此麦芽糖生产过程中糖液染菌是一个令人非常头痛的技术问题。目前工业上暂时的解决办法有: (1) 提高反应起始时的干物质浓度, 使淀粉浆的渗透压增高, 从而抑制微生物生长, 但最终淀粉利用率将降低; (2) 添加溶菌酶, 生产成本易升高; (3) 定时用酸碱冲洗反应罐, 但废液污染环境, 增加处理成本。而且以上这些措施都不能从根本上解决问题<sup>[2~5]</sup>。

无锡杰能科生物工程有限公司推出的一种新型

真菌淀粉酶, 可以在更加酸性条件下生产麦芽糖, 并且所产生的麦芽糖含量并不低。

## 1 实验材料及方法

### 1.1 实验材料

玉米淀粉; 食品级酶制剂(无锡杰能科生物工程有限公司); 耐高温淀粉酶 GC828—43 000 wu/g, 真菌淀粉酶 Clarase L—40 690 SKBU/g, 真菌淀粉酶 TrAA, 来源于 *Trichoderma reesei*, 能够外切  $\alpha$ -1,4 葡糖基, 活力为 17 865 SKBU/g<sup>[6]</sup>。

### 1.2 实验方法

#### 1.2.1 水分测定

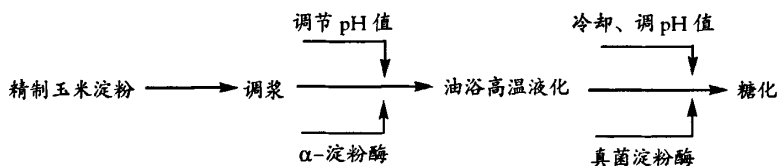
快速水分测定仪(MA 30, Sartorius, 德国)。

#### 1.2.2 糖液组成分析

色谱分离法(HPLC; Agilent 1100, 美国)。

示差折光检测器, 分离柱: Phenomenex Rezex ROA-Organic Acid(H<sup>+</sup>) column; 柱温: 60℃; 流动相: 0.005 mol/L H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; 流速: 0.6 mL/min, 分析在常温下进行。

## 2 工艺流程



## 2 结果与讨论

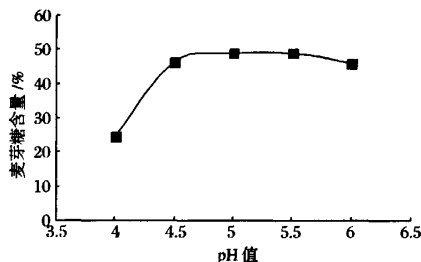
### 2.1 TrAA 的耐酸性

第一作者: 学士(段钢博士为通讯作者)。

收稿日期: 2007-09-26

目前市场上现有的真菌淀粉酶 pH 操作范围一般控制在 5.2~5.6, 当糖液 pH<5.0 时, 普通的真菌淀粉酶已经大部分失活, 不再起作用。基于此, 在本实验中对起始糖化液的 pH 进行了不同的设定, 且 pH 最低到 4.0 左右, 意在发现 TrAA 的 pH 可操作

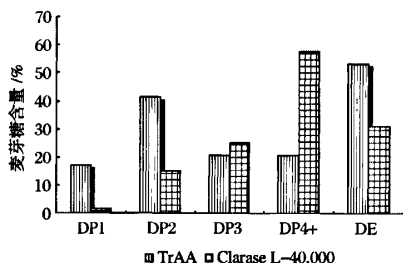
范围(图1)。通过对 TrAA 的耐酸性研究发现,在相同的操作条件下,TrAA 的 pH 操作范围表现得更加宽泛,可以从 4.5~6.0,其中当 pH5.0~5.5 时,TrAA 表现最佳,24 h 糖化液中的麦芽糖含量可接近 50%。当起始 pH 只有 4.0 时,糖液中麦芽糖含量很低,这说明在此 pH 下 TrAA 的酶活力损失很快。



(反应条件:32% DS,温度 55℃,TrAA 与 Clarase L-40,000 添加量为 9 SKBU/gds,反应 24 h)

图1 TrAA 在不同 pH 下对麦芽糖含量的影响

从图1中可以发现,当糖液起始 pH 为 4.5 时,24 h 的麦芽糖含量也能够达到 45% 以上。而对于市场上现有的真菌淀粉酶,当糖液 pH4.5 时,酶已经大部分失活,这一点可以从图2中得到证明。在其它条件相同的情况下,Clarase L-40,000 在 pH4.5 时,表现远不如 TrAA,糖液中的麦芽糖含量不到 20%,而且长链的糖明显偏高,这说明 Clarase L-40 000 在此 pH 下已经不能工作,大部分失活。



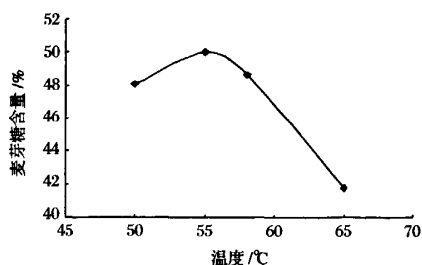
(反应条件:32% DS,pH4.5,温度 55℃,TrAA 与 Clarase L-40,000 添加量为 9 SKBU/gds,反应 24 h)

图2 TrAA 与 Clarase L-40,000 在相同 pH 下的表现比较

## 2.2 温度对 TrAA 的影响

当糖化反应在不同温度下进行,比较发现(图3),TrAA 在温度为 55℃ 时表现最佳,这与普通真菌淀粉酶的最佳反应温度相一致,糖液中麦芽糖含量可达 50% 以上,随着反应温度的上升,糖液中麦芽糖的含量逐渐降低。

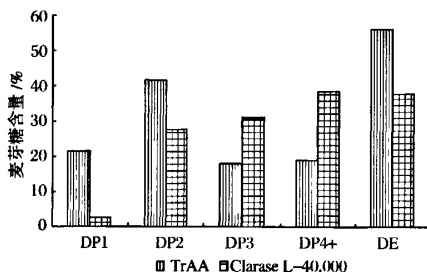
在实际生产中,麦芽糖生产商在使用真菌淀粉



(反应条件:32% DS,pH5.5, TrAA 与 Clarase L-40,000 添加量为 9 SKBU/gds,反应 24 h)

图3 TrAA 在不同温度下对麦芽糖含量的影响

酶时,为了避免染菌,尽可能提高糖化的反应温度(60℃)。TrAA 在 65℃ 仍然可以保持大量的酶活力,麦芽糖的产率维持在 40% 以上。因此在 65℃ 高温条件下,与 Clarase L-40 000 进行了对比后发现(图4),TrAA 的优势明显,麦芽糖的含量远高于 Clarase L-40 000。



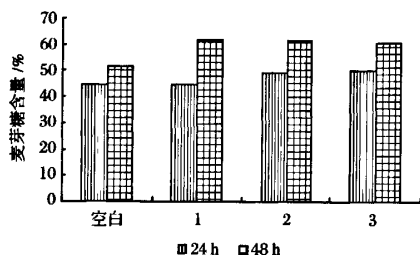
(反应条件:32% DS,pH5.5,温度 65℃,TrAA 与 Clarase L-40 000 添加量为 9 SKBU/gds,反应 24 h)

图4 TrAA 与 Clarase L-40,000 在相同温度下的表现比较

## 2.3 普鲁兰酶与 TrAA 的协同作用

在麦芽糖生产过程中,特别是生产高麦芽糖浆时,麦芽四糖以上的长链糖含量对最终成品中的麦芽糖含量影响很大。因此如何降低糖液中长链糖的含量是人们关心的问题。现在工业上常添加普鲁兰酶来降解长链的糖从而提高麦芽糖的产率<sup>[7]</sup>,这是因为虽然真菌淀粉酶能够对直连淀粉中的  $\alpha$ -1,4 葡糖基作用,但对构成支链淀粉的  $\alpha$ -1,6 葡糖基的作用能力很弱,而普鲁兰酶恰恰能够水解淀粉中的  $\alpha$ -1,6 葡糖基,使液化液中支链淀粉含量降低,从而有利于真菌淀粉酶作用的发挥。通过添加不同量的普鲁兰酶发现(图5),普鲁兰酶对麦芽糖产率的提高有帮助。但是在起始的 24 h,普鲁兰酶的协同作用表现并不明显,但是当反应进行到 48 h,其协同作用明显增强。

研究还表明,随着普鲁兰酶添加量的增加,麦芽糖产率并未得到明显提高,最佳添加量应控制在 0.1 kg/(t·d)。



[反应条件:32% DS,pH4.5,温度 55℃,TrAA 的添加量为 9 SKBU/gds,普鲁兰酶添加量为:1—0.1kg/(g·d),2—0.25kg/(t·d),3—0.5 kg/(t·s),反应 48 h]

图5 普鲁兰酶对 TrAA 的协同作用

### 3 结 论

在本研究中,通过与目前工业上现有的产品 Clarase L-40000 性能比较,TrAA 可以在更酸性的环境 pH4.5 的条件下生产麦芽糖,并且普鲁兰酶的添加,可以进一步帮助 TrAA 提高麦芽糖的产率。这样,麦芽糖生产中的糖化液染菌的问题可以“迎刃而解”,而且由于没有杂菌的滋生,糖液的有色物质也

将减少,那么在后序中的脱色环节将减少活性炭的用量。同时在液化过程结束后,可直接加酸调节液化液至 pH4.5,使液化酶失活的同时,为糖化的开始做好了准备,省去了常规操作中的回调 pH 的步骤,这不仅节约了碱的用量,降低生产成本,同时也避免了大量离子的存在,减轻了后序的糖液离子交换环节的压力。

### 参 考 文 献

- 姜锡瑞,段钢 新编酶制剂实用技术手册[M]. 北京:中国轻工业出版社,2002. 16~21
- 段 钢,周红伟,姜锡瑞. 利用酶制剂提高啤酒糖浆质量[J]. 食品工业科技,2005,(3): 86~88
- 姜锡瑞,段钢. 提高麦芽糖生产水平[J]. 水解工业,2003,(1):13~17
- 张 东. 酶制剂制备马铃薯高麦芽糖浆的研究[J]. 食品科技,2003,(2):7~12
- 毕金峰. 两张淀粉酶的酶学性质及应用研究[J]. 农业工程学报,2005,(21): 238~241
- Gang Duan, Ying Qian, Schffers M. Deltmold Starch Convention 2007, Deltmold, Germany
- Shetty J,段 钢. 各类麦芽糖浆的生产工艺[J]. 中国食品工业,2001,(7): 24~25

## New Acid-stable Fungal $\alpha$ -amylase for Maltose Syrup Production

Qian Ying, Duan Gang

(Genencor A Danisco Division, Wuxi 214035, China)

**ABSTRACT** Contamination is a big issue for maltose production due to the operating pH and temperature. A new acid-stable fungal  $\alpha$ -amylase from Genencor is tested and the results demonstrated that this new enzyme functions well at lower pH, such as pH4.5, compared with that of the conventional fungal  $\alpha$ -amylase, which is very effective to resolve the contamination problem.

**Key words** maltose, fungal  $\alpha$ -amylase, low pH, contamination

信  
息  
窗

### 新一代发酵技术研发低糖低热啤酒

英博双鹿啤酒集团采用新一代发酵技术研发了一种低糖低热啤酒——双鹿纯干啤酒。双鹿纯干啤酒之所以低糖低热,是因为采用了新一代的发酵技术,严格控制啤酒的发酵度,使酒液残糖极低。纯干啤酒含有不发酵的糖量为 2.0~2.5g,比普通啤酒低 1g 左右。由于纯干啤酒的含糖量低,其热值也很低,1 瓶啤酒的热值仅 0.133kcal。而一个苹果的热值就有 80kcal,是 1 瓶纯干啤酒的 600 多倍。再计算一下纯干啤酒的低热值在一个人的饮食总热量中所占的比值。经查证,一个人一天所需的健康饮食的热量约为每公斤体重 40kcal 左右。如一个人的体重为 50kg,则 1d 的总热量摄入不超过 2 000kcal,才是健康的饮食。由此可见,喝一瓶纯干啤酒所摄入的热量,对于一个人来说,实在是微乎其微的。

低糖、低热,口感新鲜、爽口,是这个新品种啤酒的特点。对那些注重健康生活,喝啤酒怕发胖的人士来说,双鹿纯干啤酒是个不错的选择。双鹿纯干啤酒的市场指导价为 2.5 元/瓶。