

利用真菌淀粉酶制备啤酒用麦芽糖浆的研究

张正文,尹卓容*

(山东轻工业学院,山东 济南 250100)

摘要: 以玉米淀粉为原料,利用耐高温 α -淀粉酶、真菌淀粉酶进行液化、糖化。控制淀粉乳浓度 30%,液化 DE 值 20,糖化 pH5.5,糖化温度 60℃,真菌淀粉酶用量 0.4 FAU/g 淀粉,糖化 40 h 得到的糖浆中葡萄糖含量<10%、麦芽糖含量在 60%左右,符合啤酒用糖浆的要求。

关键词: 啤酒; 麦芽糖浆; 真菌淀粉酶; 玉米淀粉

中图分类号: TS262.5 ;TS261.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-9286(2005)07-0053-04

Research on the Application of Fungal Amylase in the Preparation of Maltose Syrup for Beer Brewing

ZHANG Zheng-wen and YIN Zhuo-rong

(Shandong Light Industry College, Ji'nan, Shandong 250100, China)

Abstract: Cornstarch was used as raw materials and high temperature resistant α -amylase and fungal amylase were used in liquefaction and saccharification. Starch milk concentration was controlled as 30%, liquefied DE value as 20, saccharifying pH value as 5.5, saccharifying temperature at 60℃, and use level of fungal amylase as 0.4 FAU/g starch. After 40 h saccharification, the glucose content in syrup was less than 10% and maltose content was about 60%, which met the requirements of syrup for beer brewing. (Tran. by YUE Yang)

Key words: beer; maltose syrup; fungal amylase; cornstarch

近年来,随着啤酒消费需求的日益增长和产量的不断扩大,高浓酿造工艺正在被越来越多的啤酒生产厂家所采用。与传统酿造方法相比,高浓酿造可以在不增加糖化和发酵设备的基础上大幅度提高啤酒产量,适应啤酒旺季的生产需求^[1]。通常制备高浓麦汁的方法有两种:①按常规方法制备高浓麦汁,由于需要提高糊化、糖化醪液的浓度,造成了麦汁搅拌、过滤困难、滤渣残糖高、酒花利用率下降等问题。②通过在麦汁煮沸结束前 10~20 min 加入部分麦芽糖浆,调整麦汁到所需要的浸出物浓度,来制备高浓麦汁。此方法对克服麦汁过滤困难最有效,且不影响麦汁质量,得到了广泛的应用^[2]。

作为啤酒辅料使用的麦芽糖浆必须符合啤酒酿造的要求,参照啤酒酵母利用糖的特点和麦汁中糖分的组成,要求啤酒用麦芽糖浆中葡萄糖加果糖的含量小于 10%,麦芽糖含量大于 55%,可发酵性糖含量大于 65%^[3]。

目前,利用玉米淀粉生产麦芽糖浆的一般方法有:

①用耐高温 α -淀粉酶液化,然后用 β -淀粉酶或真菌淀

粉酶或 Maltogenase 酶糖化制备麦芽糖浆。这种方法制备的麦芽糖浆麦芽糖含量在 40%~50%^[4-6]。②用耐高温 α -淀粉酶液化,然后用双酶 β -淀粉酶加脱支酶或 Maltogenase 加脱支酶糖化制备麦芽糖浆。通过这种方法可以制备麦芽糖含量超过 80%的超高麦芽糖浆^[7]。

β -淀粉酶是一种外切酶,只能水解 α -1,4 糖苷键,不能绕过 α -1,6 糖苷键,从淀粉的非还原性末端一次水解下一个 β -构型的麦芽糖分子。Maltogenase 酶也是一种外切酶,只能水解 α -1,4 糖苷键,不能绕过 α -1,6 糖苷键,也是从淀粉的非还原性末端一次水解下一个麦芽糖分子,只是它水解生成的麦芽糖是 α -构型的。Maltogenase 酶也可以水解麦芽三糖。这两种酶单独糖化时最终糖化液中会有大量的大分子极限糊精,不利于啤酒的酿造。双酶糖化法可以生产高麦芽糖浆,这种糖浆的生产工艺较复杂,成本较高,而且低聚糖含量较低。低聚糖虽然不是可发酵性糖,但是少量低聚糖的存在可以使啤酒口感更醇厚、柔和,有利于啤酒酒液的胶体稳定性^[8]。

真菌淀粉酶是一种内切酶,从淀粉内部切割 α -1,4

收稿日期 2005-01-25

作者简介 张正文(1980-),男,山东日照人,硕士研究生,研究方向:生物产品分析技术。

* 尹卓容为通讯作者。

糖苷键,不能切割 α -1,6糖苷键但可以绕过 α -1,6糖苷键继续作用,最终糖化液中不会有大分子极限糊精残余,最终可制备麦芽糖含量50%左右的麦芽糖浆^[9]。同时,真菌淀粉酶有较强的缩合反应活性^[10]。因此,本研究利用真菌淀粉酶通过合理控制液化、糖化工艺提高最终糖化液中麦芽糖的含量,制备符合啤酒酿造要求的麦芽糖浆。

1 材料与方法

1.1 材料

玉米淀粉 诸城兴贸玉米开发有限公司。
 耐高温 α -淀粉酶 Termamyl Supra (20000 u/mL),诺维信公司。
 真菌淀粉酶 Fungamyl 800 L(800 FAU/g),诺维信公司。

注:一个真菌淀粉酶单位(FAU)等于在标准条件下1 h 分解 5.26 g 淀粉所需的酶量。

1.2 设备与仪器

水浴锅 (HH-H21-4 型),恒温干燥箱 (GZX-DH-45×45 型),电子天平(FA2004),搅拌器,灭菌锅(LDZX-40 BI),灭菌锅(YXQG02),奥立龙 CHN060 型 pH 电极。

1.3 工艺流程

玉米淀粉→调浆→高温液化→灭酶→调 pH 值→加酶糖化→灭酶

1.4 分析方法

1.4.1 DE 值测定 斐林试剂法^[13]

1.4.2 糖化液的组成用高效液相色谱测定

色谱仪 PERKIN ELMER ISS 200 检测器 PERKIN ELMER SERIES 200 REFRACTIVE INDEX DETECTOR;测定条件为 流动相 乙腈:水=75:25,流速 1 mL/min,氨基柱 Inertsil NH₂, 5 μ m, Columns: 4.6×250 mm (DIKMA 公司)。

2 结果与分析

2.1 液化

葡萄糖值,简称 DE 值(Dextrose equivalent value),其定义为 还原糖总量(按葡萄糖计)占试样中干物质量的质量分数。DE 值用于衡量淀粉糖浆生产中淀粉的水解程度。液化 DE 值高,说明液化程度高,还原糖含量高,但如果液化过度,会导致液化液中糊精链或寡糖链过小,将不利于与糖化酶结合发生反应,而且产生奇数聚合度低聚糖的机会就越多,最终糖化液中葡萄糖的含量较高。如果液化 DE 值过低,液化液冷却时粘度大,易凝沉,糖化速度慢,糖化反应很难完全进行。因此,合理控制液化 DE 值是生产高麦芽糖浆的关键之一。

2.1.1 淀粉乳浓度对液化的影响

分别配制质量浓度为 20%,25%,30%,35%,40%的淀粉乳,调 pH 值 6.0,100℃保温液化 30 min 后,立即

取样测定,结果见表 1。

表 1 淀粉乳浓度及加酶量对液化的影响

样品	浓度(%)	DE 值	外观	碘液显色
1#	20	19.4	清亮透明,流动性好	浅红色
2#	25	19.5	清亮透明,流动性好	浅红色
3#	30	20.6	清亮透明,流动性好	浅红色
4#	35	25.0	有部分结块	蓝紫色
5#	40	—	有大量淀粉结块	蓝色

由表 1 可以看出,在相同液化条件下,1#,2#,3#样品液化较完全,液化程度较理想,而 4#,5#样品液化不完全,有淀粉结块。因此在液化过程中,为了使淀粉乳液化完全而且保持好的流动性,同时尽量提高淀粉乳浓度以便得到较高浓度的糖浆,选择淀粉乳的浓度为 30%左右比较合适。

2.1.2 淀粉酶用量对液化的影响

配 30%的淀粉乳,调 pH 值 6.0,按 1 g 淀粉 3 u,6 u,10 u,20 u 的用量加入耐高温 α -淀粉酶,100℃保温液化 30 min 后,立即取样测定,结果见表 2。

表 2 耐高温 α -淀粉酶用量对液化的影响

样品	酶用量 (u/g 淀粉)	DE 值	外观	碘液显色
1#	3	7.2	有较多结块,混浊	蓝色
2#	6	11.6	有少量结块	棕红色
3#	10	20.6	清亮透明,流动性好	浅红色
4#	20	29.1	清亮透明,流动性好	无色

由表 2 可知,1#,2#样品,液化不完全,液化液流动性差,加酶量不足。而加酶量在 10 u/g 淀粉、20 u/g 淀粉时,液化较完全,液化程度较理想。同时加酶量多的淀粉乳在较短的液化时间内就达到了较高的液化 DE 值。因此在液化过程中,为了使淀粉液化完全,同时又便于控制液化的程度,选择耐高温 α -淀粉酶的用量为 10 u/g 淀粉。

2.1.3 液化时间与 DE 值的关系

配制 30%淀粉乳,调 pH 值 6.0,耐高温 α -淀粉酶添加量为 10 u/g,于 100℃保温液化,于不同时间取样并立即测定,结果见图 1。

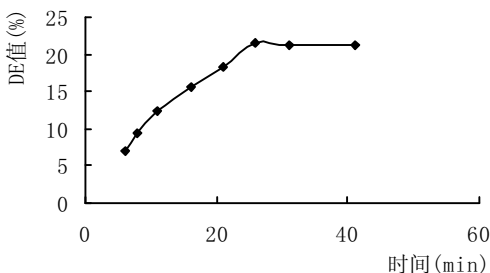


图 1 液化时间-DE 值曲线

由图 1 可知,在淀粉乳液化初期 DE 值是随时间的延长而增加,到 25min 左右时 DE 值达到最大值 21.0,随后 DE 值基本保持稳定。综合考虑液化液的流动性以

及碘液显色情况,液化 DE 值在 20 左右时,液化效果较好。

将 100 ℃液化样品(DE 值 19.0)放到水浴锅中加热灭酶后再测其 DE 值,为 26.3。说明在灭酶升温过程中,由于耐高温 α -淀粉酶在 110 ℃左右时仍有部分酶活性,在由 100 ℃升温到 110 ℃的这段时间内对淀粉继续进行了解。如果耐高温 α -淀粉酶不灭活,它在糖化过程中会继续水解淀粉,降低最终产品中麦芽糖的含量^[7]。因此在制备目的液化 DE 值的样品时应考虑灭酶升温这段时间内的液化作用。

2.2 糖化

2.2.1 糖化时间与糖化 DE 的关系

制备液化 DE 值为 20 的样品,调 pH 值 5.5,真菌淀粉酶添加量为 0.4 FAU/g 淀粉,60 ℃保温糖化。取样测定,结果见图 2。

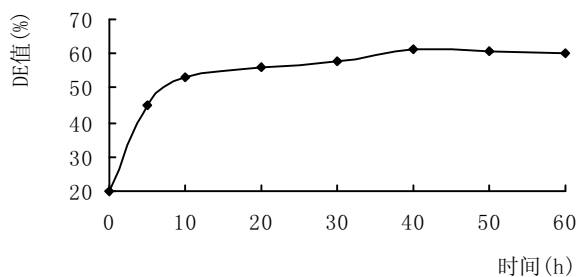


图 2 糖化时间-DE 值曲线图

由图 2 可知,糖化 DE 值在前 10 h 内升高较快,到达 40 h 后基本趋于稳定。当糖化达到最大 DE 值后,随时间增加 DE 值反而有所降低,这是由于真菌淀粉酶有一定的聚合反应能力,使生成的糖重新发生了聚合反应,因此糖化结束后应及时升温灭酶活。

2.2.2 pH 值对糖化过程的影响

用液化 DE 值为 20 的 1 #,2 #,3 # 3 个样品,分别调 pH 值为 4.5,5.5,6.5,真菌淀粉酶用量为 0.4 FAU/g 淀粉,在 55 ℃下糖化一定时间,取样测定,结果见图 3。

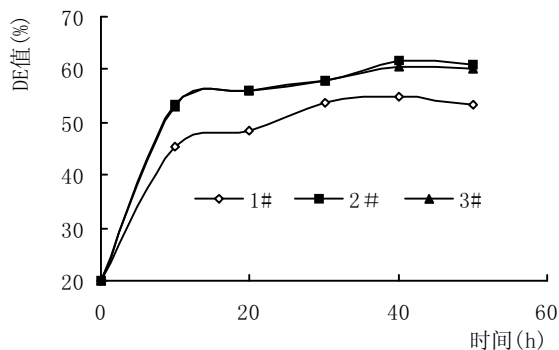


图 3 pH 值-糖化 DE 值曲线图

由图 3 可知,糖化达到最大 DE 值所用时间基本一样,都为 40 h 左右。pH 值为 4.5 时酶活性大大降低,糖化终了 DE 值较低,pH 值为 5.5 和 6.5 时最终糖化 DE 值相差不大,考虑到啤酒用糖浆要求 pH 值在 5.4 左右,

因此,在糖化时选择控制 pH 值 5.5。

2.2.3 加酶量对糖化速度的影响

制备液化 DE 值为 20 的 1 #,2 #,3 # 3 个样品,调 pH 值 5.5,加酶量分别为 0.2 FAU/g 淀粉,0.4 FAU/g 淀粉,0.8 FAU/g 淀粉,在 55 ℃下糖化一定时间,取样测定,结果见图 4。

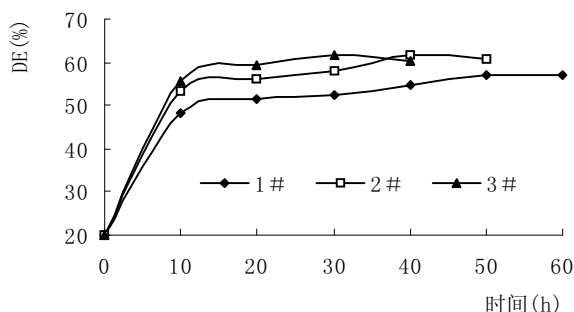


图 4 时间-糖化 DE 值曲线

由图 4 可知,随样品的加酶量增加,达到最大糖化 DE 值时所用的时间缩短。当加酶量为 0.4 FAU/g 淀粉、0.8 FAU/g 淀粉时糖化终了最大 DE 值相差不大。加酶量为 0.2 FAU/g 淀粉的样品达到最大糖化 DE 值的时间较长,同时糖化终了 DE 值较低。提高加酶量,可以缩短糖化时间。但在实际生产中,应尽量降低生产成本,故确定真菌淀粉酶的添加量为 0.4 FAU/g 淀粉。

2.2.4 糖化温度对糖化过程的影响

用液化 DE 值为 20 的 1 #,2 #,3 # 3 个样品,调 pH 值 5.5,加酶量为 0.4 FAU/g 淀粉,分别在 50 ℃,55 ℃,60 ℃ 3 个温度下糖化一定时间,取样测定,结果见图 5。

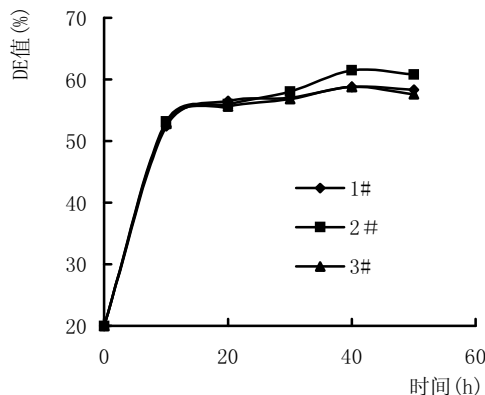


图 5 时间-糖化 DE 值曲线

由图 5 可知,3 条曲线基本上是重合的,无论是反应时间还是最终达到的糖化 DE 值都基本一致,这说明温度在 50~60 ℃之间时对最终糖化 DE 值影响不大,糖化温度为 55 ℃时糖化 DE 值稍高,糖化时可控制温度在 55 ℃左右。

2.2.5 液化 DE 值对糖化液中麦芽糖含量的影响

分别做液化 DE 值为 10(1 #),15(2 #),20(3 #),30(4 #)的样品,调 pH 5.5,真菌淀粉酶的用量为 0.4 FAU/g 淀粉,60 ℃下糖化 40 h,结果见表 3。

表 3 糖化液中各种糖的含量 (%)

样品	葡萄糖	麦芽糖	麦芽三糖	四糖及四糖以上
1 #	7.2	55.0	6.4	31.4
2 #	11.9	65.8	5.5	16.8
3 #	9.0	60.8	8.3	21.9
4 #	14.6	62.3	6.8	16.3

由表 3 可知,液化 DE 值为 10 时,由于液化程度较低,真菌淀粉酶不具有水解 α -1,6 糖苷键的能力,导致糖化液中麦芽四糖及四糖以上的低聚糖含量较多。液化 DE 值为 15 时可以产生较多的麦芽糖,但是葡萄糖含量超过了 10 %。液化 DE 值为 30 的样品葡萄糖含量更多。因此,综合考虑啤酒酵母对发酵液的各种糖组成成分的要求,液化 DE 值为 20 左右时加入真菌淀粉酶得到的麦芽糖浆可以很好地满足啤酒用糖浆的质量要求。

3 结论

生产啤酒专用麦芽糖浆,应控制液化 DE 值在 20 左右,真菌淀粉酶的添加量为 0.4 FAU/g 淀粉,控制糖化 pH 值为 5.5,温度为 55 ℃。最终产品的 DE 值为 60 左右,pH 值为 5.32,麦芽糖含量 60 %,可发酵性糖含量

大于 75 %,可以作为啤酒酿造的辅料。

参考文献:

- [1] 彭景龙,吴振强,梁世中.啤酒高浓酿造研究进展[J].酿酒,2001,28(5):34-35.
- [2] 樊伟,余俊红.高浓酿造技术在啤酒工业中的应用[J].酿酒,2003,30(2):101-104.
- [3] 黄生权.酵母全营养型啤酒专用玉米糖浆的工艺原理及研究进展[J].酿酒,2002,29(5):62-65.
- [4] 尤新.玉米深加工技术(第 1 版)[M].北京:中国轻工业出版社,1999.88-124.
- [5] 李志达.高麦芽糖浆的工艺研究[J].中国粮油学报,1995,(3):26-33.
- [6] 周建芹,罗发兴.Maltoase 和 β -淀粉酶制取超高麦芽糖浆的研究[J].农业工程学报,2002,18(1):126-128.
- [7] 吴兴如,袁远.高麦芽糖浆的功用和制备[J].食品工业科技,1987,(6):18-21.
- [8] 周家华,罗发兴,张力田.超高麦芽糖浆的生产[J].食品与发酵工业,1994,(5) 39-43.
- [9] 王海明,丁长河.糖浆在啤酒行业中的应用[J].酿酒科技,2004,(3) 58-60.
- [10] Jay K.Shetty,段钢.各类麦芽糖浆的生产工艺[J].配料,2001,8(7) 24-25.

山东泰安神源企业

向全国粮食白酒厂

提供“神源牌”

系列酿酒器械产品



神源神源、美酒之源、选用神源、开发财源
认准神源、酒通货源、神州大地、神源酒源

我厂生产有冷酒器、甑锅、夹层锅、盘盖、酒尾分酒器、中小酒精塔、酒精糟潜热回收装置、果酒蒸馏釜、1~100m³酒容器、酒桶、酒篓、酒用泵、酒容器防腐、多种粉碎机、酒曲、白酒灌装线、鼓风机、白酒净化器等产品。

五岳之首是泰山,酿造美酒用神源

本产品属于省级技术监督局鉴定产品(几种冷酒器产品标准和使用标准供用户参考)

产品名称	规格型号 (万 cm²)	工作气压 (MPa)	功率 (吨酒/h)	流酒温 ≤℃	排水温 ≥℃
单立式冷酒器	JFM-12 型	0.01~0.03	0.2	25	40
单立式冷酒器	JFM-14 型	0.01~0.03	0.25	25	45
封密式冷酒器	JFM-16 型	0.01~0.04	0.3	25	60
封密式冷酒器	JFM-18 型	0.01~0.04	0.35	25	65
酒精冷凝器	LCJFM-16×18×20 型	0.02~0.03	1.5		
酒尾分酒器	LCJFM-0.4×6 型	0.01~0.3	0.1		

联系电话:(0538)8311091,8312009 手机:(0)13012749891 13395489269 传真:(0538)8312009

通讯地址:鲁泰安神源开发酿酒器械厂

邮编:271023

联系人:肖立长

开户行:中国工商银行泰安市分行营业部

帐号:1604010109024811861

http://www.zgsyqy.com

E-mail:chinashenyuan168@126.com