

非淀粉多糖酶改善麦汁品质的研究

余有贵¹, 蒋盛岩¹, 梁莲花², 谭宝秀¹, 肖宏英¹

(1.邵阳学院生物工程系, 湖南 邵阳 422004; 2.百惠啤酒公司邵阳分公司, 湖南 邵阳 422003)

摘要: 在常规的麦汁制备过程中加入非淀粉多糖(NSP)酶, 研究该酶对麦汁品质的影响。方差分析结果表明, 酶的添加量、添加温度和作用时间对麦汁的过滤速度、糖化时间、还原糖、总氮、 α -氨基氮和麦汁收率均有显著影响($p < 0.05$)。试验确定 NSP 酶添加的最佳工艺条件为: 添加量 1.00%, 添加温度 45 °C, 作用时间为 20 min。

关键词: 麦芽; 大米; 麦汁; 非淀粉多糖酶; 最佳工艺

中图分类号: TS262.4; TS261.4 文献标识码: A 文章编号: 1001-9286(2005)04-0065-03

Study on the Addition of NSP to Improve Wort Quality

YU You-gui¹, JIANG Shen-yan¹ and LIANG Lian-hua² et al.

(1. Bioengineering Department of Shaoyang Industry College, Shaoyang, Hu'nan 422004; 2. Baihui Beer Co. Shaoyang Branch Co., Shaoyang, Hu'nan 422003, China)

Abstract: Non-starch polyase (NSP) was added during routine preparation of wort and the effects of NSP on wort quality were studied. The analysis of variance indicated that the addition quantity and addition temperature of NSP and action time had significant effects on wort filtration rate, wort saccharifying time, reducing sugar, total nitrogen, α -amino nitrogen and wort yield ($p < 0.05$). The optimal technical conditions for NSP addition were determined by experiment as follows: 1% addition quantity, addition temperature at 45 °C, and action time as 20 min. (Tran. by YUE Yang)

Key words: malt; rice; wort; non-starch polyase(NSP); optimal technology

现代的啤酒酿造中, 常常通过添加酶制剂来降低生产成本、提高产量和产品品质, 尽管有关酶在啤酒生产中的应用研究日益增多, 但对非淀粉多糖(NSP)酶的报道甚少, 且局限于 β -葡聚糖酶的研究^[1-3]。本研究在大米为辅料的麦芽汁制备中, 添加含纤维素酶、 β -葡聚糖酶、木聚糖酶和果胶酶等非淀粉多糖复合酶, 旨在探讨该酶对麦汁品质的影响, 从而为非淀粉多糖复合酶在啤酒生产中的应用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

大米: 晚稻米, 由百惠啤酒公司邵阳分公司提供;

麦芽: 国产, 由百惠啤酒公司邵阳分公司提供;

NSP 酶: 主要成分与酶活为(u/g): 纤维素酶 ≥ 500 , β -葡聚糖酶 ≥ 1000 , 木聚糖酶 ≥ 4000 , 果胶酶 ≥ 100 。酶活单位的定义为: 在一定的温度和 pH 条件下, 1 min 分

解底物产生 1 μmol 产物所需的酶量为 1 个 IU。由湖南尤特尔生化有限公司生产、提供;

化学试剂: 磷酸、盐酸、硫酸铜、硫酸钾、硼酸、碘化钾、氢氧化钠等, 均为分析纯。

1.2 主要仪器与设备

布氏漏斗 32 cm;

HH-4 型恒温水浴锅: 广州富城生产;

101-1 型恒温干燥箱: 沪南电炉烘箱厂生产;

LNK-871 型快速自动蒸馏器: 江苏省宜兴市科教仪器厂生产;

LNK-872 型多功能快速消化器: 江苏省宜兴市科教仪器厂生产。

1.3 试验设计

1.3.1 工艺流程(见图 1)

1.3.2 工艺要点

主辅料比: 麦芽: 大米=3:2;

基金项目: 湖南省教育厅科技基金资助项目(04C584)。

收稿日期: 2005-01-18

作者简介: 余有贵(1964-), 男, 湖南人, 副教授, 硕士, 主要从事添加剂的开发与应用。

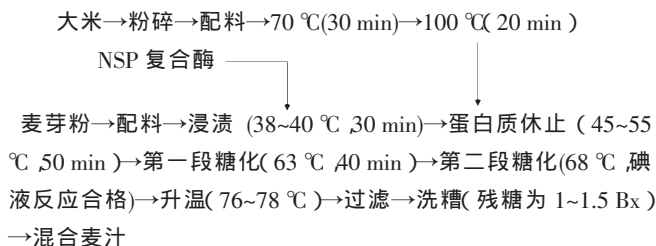


图1 工艺流程

原料粉碎:麦芽过20目,大米过80目;

料水比:辅料醪料水比为1:5,麦芽醪料水比为1:4;

温度和pH值:在糖化过程中选择最适的温度与pH值,充分发挥各主要酶的作用效果^[4]。

1.3.3 试验设计

1.3.3.1 NSP酶的不同用量对麦汁品质的影响

在低温浸渍阶段,以不加NSP酶为对照组,试验组的酶量按0.25%的梯度增加,选择的6个酶量分别为0.25%、0.50%、0.75%、1.00%、1.25%、1.50%,作用相同的时间后对所得麦芽汁分别进行理化测定,各做3个平行实验。

1.3.3.2 NSP酶的不同添加温度对麦汁品质的影响

选取最佳酶量分别在糖化醪升温至37℃、45℃、55℃和63℃时添加,作用相同的时间后对所得麦芽汁分别进行理化测定,各做3个平行实验。

1.3.3.3 NSP酶的不同作用时间对麦汁品质的影响

选取NSP酶的最佳用量和添加阶段,分别控制酶的作用时间为10 min、15 min、18 min、20 min、22 min,各做3个平行实验,对所得麦芽汁分别进行理化测定。

1.4 分析与统计方法

所检测的指标除糖化时间在“第二段糖化”时取样外,其他均为“混合麦汁”取样。

1.4.1 糖化时间

按文献[5]测定,用min表示。

1.4.2 过滤速度

按文献[5,6]测定,用min表示。

1.4.3 还原糖

按文献[5]中的直接滴定法测定,用g/100 mL麦芽汁表示。

1.4.4 总氮

按文献[5]中的凯氏定氮法测定,用mg/L表示。

1.4.5 α-氨基氮

按文献[5]中的双指示剂甲醛滴定法测定,用mg/L表示。

1.4.6 麦汁收率

按文献[4]计算,用百分比(%)表示。

1.4.7 统计方法

试验的处理效应采用SAS6.12软件的GLM方法进行单因素的等重复方差分析和Duncan氏多重比较。

2 结果与分析

2.1 NSP酶的不同用量对麦汁品质的影响

在糖化初始的麦芽低温浸渍阶段加入不同量的NSP酶后,测定麦汁理化指标,结果见表1。

从表1的方差分析结果可以看出:①添加一定量的NSP酶能显著改变麦汁的理化指标($p < 0.05$)。其中,NSP酶的添加能显著提高混合麦汁的过滤速度,添加0.50% NSP酶能显著降低糖化时间,添加0.75% NSP酶能显著提高麦汁的还原糖含量、总氮含量和麦汁收率,添加1.00% NSP酶能显著提高麦汁的α-氨基氮含量;②添加1.00% NSP酶,麦汁的理化指标是最佳的。其过滤速度最快和糖化时间最短,麦汁的还原糖、总氮和α-氨基氮含量最多,且麦汁收率最高;③NSP酶添加量高于1.00%时,各理化指标随着酶量增加反而变差($p > 0.05$)。这可能是本试验用的NSP酶为固体,且用带壳小米为填充剂,带壳小米含有较高的非淀粉多糖,其用量过多既能增加麦汁的粘度,又会在糖化过程中消耗掉部分NSP酶,因而导致效果变差。

2.2 NSP酶的不同添加温度对麦汁品质的影响

在糖化阶段的不同温度加入1.00% NSP酶,作用相同的时间后,检测麦汁理化指标,结果见表2。

从表2的方差分析结果可以看出:①在温度为37℃、45℃和55℃时,添加1.00% NSP酶,麦汁的理化指标均无显著性差异($p > 0.05$);②在45℃时,添加1.00% NSP酶,麦汁的理化指标最佳。与其他温度阶段相比,其

表1 NSP酶的不同用量对麦汁品质的影响结果

酶量 (%)	过滤速度 (min)	糖化时间 (min)	还原糖 (g/100mL)	总氮 (mg/L)	α-氨基氮 (mg/L)	麦汁收率 (%)
0	123.3±0.12 ^a	48±0.31 ^a	6.88±0.11 ^b	757.90±0.61 ^c	148.27±0.59 ^b	60.26±0.84 ^b
0.25	47.46±0.06 ^b	46±0.43 ^a	8.17±0.09 ^{ab}	758.95±0.75 ^{bc}	154.44±0.37 ^{ab}	65.38±0.46 ^{ab}
0.50	45.14±0.13 ^{bc}	40±0.24 ^b	8.54±0.13 ^{ab}	762.26±0.58 ^{bc}	158.23±0.58 ^{ab}	67.32±0.57 ^{ab}
0.75	40.00±0.08 ^{cd}	30±0.15 ^c	8.74±0.07 ^a	763.87±0.33 ^b	159.17±0.27 ^{ab}	69.93±0.35 ^a
1.00	33.67±0.05 ^e	22±0.33 ^d	8.87±0.09 ^a	778.23±0.24 ^a	170.38±0.45 ^a	71.28±0.71 ^a
1.25	39.54±0.11 ^{cd}	24±0.28 ^d	8.72±0.13 ^a	761.89±0.43 ^{bc}	162.35±0.72 ^{ab}	70.23±0.64 ^a
1.50	41.67±0.09 ^{cd}	25±0.19 ^d	8.64±0.15 ^a	760.96±0.67 ^{bc}	161.62±0.64 ^{ab}	69.31±0.72 ^a

注:同列数据中上角标有不同小写字母者差异显著($p < 0.05$),标有相同字母者差异不显著($p > 0.05$)。

表2 NSP酶的不同添加阶段对麦汁品质的影响结果

添加阶段 (°C)	过滤速度 (min)	糖化时间 (min)	还原糖 (g/100mL)	总氮 (mg/L)	α -氨基氮 (mg/L)	麦汁收率 (%)
37	34.27±0.22 ^b	25±0.52 ^{ab}	8.59±0.12 ^{ab}	781.07±0.63 ^{ab}	166.14±0.33 ^{ab}	71.28±0.71 ^{ab}
45	30.36±0.13 ^b	20±0.39 ^b	8.97±0.09 ^a	784.41±0.47 ^a	172.78±0.46 ^a	73.49±0.39 ^a
55	35.21±0.28 ^{ab}	21±0.64 ^b	8.76±0.07 ^{ab}	780.61±0.39 ^{ab}	165.63±0.51 ^{ab}	67.21±0.41 ^{ab}
63	40.43±0.18 ^a	28±0.48 ^a	8.23±0.11 ^b	778.23±0.76 ^b	150.27±0.29 ^b	63.36±0.67 ^b

注: 同列数据中上角标有不同小写字母者差异显著($p < 0.05$), 标有相同字母者差异不显著($p > 0.05$)。

表3 NSP酶的不同作用时间对麦汁品质的影响

作用时间 (min)	过滤速度 (min)	糖化时间 (min)	还原糖 (g/100mL)	总氮 (mg/L)	α -氨基氮 (mg/L)	麦汁收率 (%)
10	38.33±0.45 ^a	22±0.31 ^a	8.93±0.06 ^c	779.48±0.34 ^c	148.56±0.29 ^b	63.87±0.23 ^b
15	35.54±0.27 ^a	21±0.34 ^a	9.10±0.05 ^{bc}	781.69±0.56 ^{bc}	156.72±0.38 ^b	64.21±0.34 ^b
18	31.67±0.36 ^{ab}	20±0.27 ^{ab}	9.18±0.04 ^{ab}	784.02±0.29 ^b	161.14±0.34 ^{ab}	66.35±0.43 ^{ab}
20	28.41±0.29 ^b	18±0.24 ^b	9.24±0.05 ^a	787.26±0.54 ^a	172.34±0.27 ^a	72.78±0.37 ^a
22	27.16±0.32 ^b	18±0.23 ^b	9.26±0.03 ^a	788.59±0.41 ^a	173.12±0.46 ^a	73.42±0.26 ^a

注: 同列数据中上角标有不同小写字母者差异显著($p < 0.05$), 标有相同字母者差异不显著($p > 0.05$)。

过滤速度最快和糖化时间最短, 麦汁的还原糖、总氮和 α -氨基氮的含量最多, 且麦汁收率最高; ③与45℃加酶相比, 63℃加酶的理化指标显著变差($p < 0.05$)。这是因为NSP酶不耐高温所致, 据相关资料报道^[4], 当温度达60℃时约2min β -葡聚糖酶的活力就会损失50%, 本试验也得出了类似的结论。

2.3 NSP酶的不同作用时间对麦汁品质的影响

在糖化醪升温至45℃, 加入1.00%NSP酶, 作用不同的时间(10~22min)后, 检测麦汁理化指标(见表3)。

从表3的方差分析结果可以看出: ①随着NSP酶作用时间的延长, 麦汁的理化指标均有所改善。其中, 与NSP酶作用10min相比, NSP酶作用18min后麦汁的还原糖和总氮的含量均显著增加, 且NSP酶作用20min后麦汁的过滤速度显著提高、糖化时间显著缩短、 α -氨基氮含量和麦汁收率均显著增加; ②NSP酶作用20min和22min后, 其麦汁的理化指标相差无几($p > 0.05$)。但是, 为缩短糖化时间, 减少有害成分的浸出, 确定NSP酶最佳的作用时间为20min。

3 讨论

植物细胞壁主要由纤维素、半纤维素和果胶等非淀粉多糖(NSP)组成, 也含有少量蛋白质、酚类和脂肪酸等物质。这些物质通过氢键或共价键相互交联结合共同构成细胞壁结构, 支持和保护细胞内容物。其中, 纤维素主要形成细胞框架结构, 而以阿拉伯木聚糖和 β -葡聚糖为主的半纤维素及果胶等基质多糖, 将纤维素骨架包围起来, 起填充和连接作用, 细胞内容物在细胞壁的包裹之中。NSP在糖化过程中吸收水分而变得膨胀和粘稠, 从而降低了过滤速度^[7]。

在麦芽汁制备过程中加入NSP酶后, 纤维素酶和果胶酶能破坏植物细胞壁, 使细胞内容物充分释放出来, 同时使一些交联于细胞壁中的蛋白质释放出来, 与

麦芽中的淀粉酶和蛋白酶等水解酶充分接触而消化, 从而缩短糖化时间, 增加麦汁中可溶性浸出物的含量, 提高麦汁收率。 β -葡聚糖酶、木聚糖酶和果胶酶能水解水溶性 β -葡聚糖、木聚糖和果胶, 能有效降低麦汁粘度, 不仅有利于大分子物质的降解, 而且降低麦汁粘度, 加快麦汁的过滤^[8]。

本研究表明, 非淀粉多糖(NSP)复合酶能显著加快麦汁过滤速度, 这与其他报道^[9, 10]一致。但本研究还发现: 麦汁制备过程中添加一定量的NSP复合酶, 能显著增加麦汁中可溶性浸出物的含量, 提高麦汁收率, 缩短糖化时间($p < 0.05$)。

本研究确定的NSP复合酶在大米为辅料的麦汁制备中添加的最佳工艺条件为: 添加量1.00%, 添加温度在糖化醪升温至45℃, 作用时间为20min。

参考文献:

- [1] 余有贵, 杨再云. 酶制剂在啤酒酿造中的应用[J]. 酿酒, 2004, (5):46-49.
- [2] 张世千. 外加酶糖化方法的进展[J]. 酿酒科技, 2001, (6):45-47.
- [3] 周保卫, 周景宇, 黄河. 复合酶在啤酒生产上的应用研究[J]. 酿酒, 1999, (3):67-70.
- [4] 顾国贤. 酿造酒工艺学(第二版)[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1996.
- [5] 张学群, 张柏青. 啤酒控制工艺及检测手册[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1993.
- [6] 管敦仪. 啤酒工业手册(中)[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1986.
- [7] 孙向军, 姚晓敏. 全酶法制备大麦糖浆的研究[J]. 粮油食品科技, 2000, (3):1-2.
- [8] 郭勇. 酶工程[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2003.
- [9] 姜锡瑞, 段钢. 酶制剂在酿酒生产上应用技术[J]. 山东食品发酵, 2003, (2):1-5.
- [10] 李建国, 付爱华. β -葡萄糖酶在啤酒生产中的应用试验[J]. 四川制糖与发酵, 1992, (3):13-15.