

挤压蒸煮大米辅料酿造啤酒发酵过程研究

李宏军^{1,2}, 申德超², 李成华¹

(1 沈阳农业大学, 辽宁沈阳 110161; 2 山东理工大学, 山东淄博 255091)

摘要:在 100L 规模上对挤压蒸煮与传统未挤压蒸煮大米辅料酿造啤酒发酵过程进行研究, 结果表明, 和未挤压蒸煮大米辅料工艺相比, 在整个发酵过程中挤压蒸煮辅料工艺的氨基氮含量总体上偏低, 双乙酰峰值低, 还原速度快, 酵母增代速度相当, 酵母数峰值高。另一方面, 啤酒发酵周期缩短 1~2d, 提高了生产效率。两种工艺在酒精含量、苦味质值和其它指标方面的差别很小。

关键词:挤压蒸煮大米, 啤酒辅料, 发酵过程

Study on the fermentation process using extruded rice for beer brewing

LI Hong-jun^{1,2}, SHEN De-chao², LI Cheng-hua¹

(1. Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161, China; 2. Shandong University of Technology, Zibo 255091, China)

Abstract: A series of fermentation experiments for beer brewing using different adjuncts, the extruded and unextruded rice, were conducted in a 100L scale equipment for comparing the differences in the fermentation process. The experimental results showed that the α -amino nitrogen content of unextruded rice as adjunct was lower as a whole, and the peak value of diacetyl for extruded rice adjunct technology was lower than the unextruded rice adjunct technology, the deoxidization speed was higher, the speed of the generation-increasing of yeast was almost the same and the peak value of yeast was higher. On the other hand, the period of beer fermentation of the extruded rice was shortened for 1~2d and the production efficiency was increased. The differences in alcohol content, bitterness value and other indexes were not significant.

Key words: extruded rice; beer adjunct; fermentation process

中图分类号: TS262.5

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2008)05-0070-03

啤酒发酵是一个非常复杂的生物化学变化过程, 在啤酒酵母所含酶系的作用下, 麦汁中的可发酵性糖分解生成酒精和二氧化碳; 另外, 还有一系列的发酵副产物生成, 如醇类、醛类、酸类、酯类、酮类和硫化物等。这些发酵产物的种类和含量决定着啤酒的风味、泡沫、色泽和稳定性等各项理化性能。啤酒的发酵过程分为主发酵和后发酵两个阶段。酵母繁殖和大部分可发酵性糖的分解以及主要代谢产物的生成都在主发酵过程中完成。后发酵是在密闭的环境下进行的, 由残留糖分分解生成的二氧化碳溶于酒内, 达到饱和; 并使啤酒在低温下陈酿, 促进啤酒的澄清和后熟^[1]。挤压技术用于啤酒生产的辅料预处理工序, 变双醪糖化为单醪糖化, 简化生产工艺, 提高生产效率, 降低成本, 增加麦汁收得率, 加快发酵速度, 缩短发酵周期。啤酒辅料的挤压蒸煮技术对啤酒企业来说, 是降低生产成本, 提高市场竞争

能力的一项极有潜力的新技术^[2~4]。其他学者经过多年的研究, 解决了挤压蒸煮大米辅料生产啤酒过程的糖化、过滤难题^[5,6]。而对挤压蒸煮大米辅料生产啤酒的发酵过程研究较少, 因此, 对挤压蒸煮与未挤压蒸煮大米辅料酿造啤酒发酵过程进行研究是十分重要的。

1 材料与方法

1.1 材料与设备

大米 市购, 品种: 东农 422; 挤压蒸煮大米 山东理工大学农产品精深加工研究中心自制, 小型单螺杆挤压膨化机生产; 大麦芽 烟台麦芽厂生产, 澳麦; 固态中温 α -淀粉酶 北京奥博星生物技术责任有限公司, $\geq 4000\text{u/g}$; 液态高温 α -淀粉酶 (20000u/mL)、液态糖化酶 (300BGU/mL)、复合酶 (Ceremix 2XL, 含有 α -淀粉酶 10000u/g、 β -葡聚糖酶 300BGU/g、蛋白酶 0.33AU/g, 安逊单位) 诺维信 (沈阳) 生物加工有限公司提供; 酒花 新疆三叶啤酒物资实业有限公司, 产品标准: GB10347-89。

单螺杆挤压机 山东理工大学轻工学院农产品精深加工研究中心; 100L 啤酒生产全套设备、对辊式麦芽破碎机 哈尔滨汉德公司; UV757CRT 紫外-可见分光光度计 上海精密科学仪器有限公司; BS110S 型电子分析天平 精度 0.1mg, 北京塞多利

收稿日期: 2007-09-05

作者简介: 李宏军 (1968-), 男, 副教授, 博士, 研究方向: 食品及农产品加工。

基金项目: 沈阳农业大学博士后基金; 山东理工大学创新研究团队支持计划资助项目 (CX 0601); 科技部农业科技成果转化资金项目 (05EFN21370051) 资助。

斯仪器系统有限公司;101-2-BS 型电热鼓风干燥箱;WMZK-72 型电热恒温水浴锅 上海跃进医疗仪器厂;显微镜 重庆光学仪器厂;血球计数板 上海医用光学仪器厂。

1.2 分析方法

双乙酰、苦味质值、酒精含量的测定:GB/T4928-2001;水分含量:GB8304-87; α -氨基氮:茚三酮法^[7];酵母数的测定:血球计数法^[8]。

1.3 大米辅料的挤压蒸煮条件

本实验是在其它学者研究结果的基础上^[9,10],对挤压蒸煮大米辅料新工艺与传统未挤压蒸煮大米辅料工艺酿造啤酒的发酵过程进行研究。辅料大米的挤压蒸煮条件为:挤压机套筒温度 40~75℃,螺杆转速 200r/min,压力 10~15kgf/cm²,物料水分 19%,模孔孔径 12mm。

1.4 工艺流程

1.4.1 挤压蒸煮大米啤酒辅料糖化及发酵工艺流程

10.65kg 麦芽破碎物, 9.35kg 挤压蒸煮大米粉碎物和 97.6L 水混合,加中温 α -淀粉酶 4.32g,复合酶 3.52g,糖化酶 3.68mL $\rightarrow$ 45℃ 投料(保温并搅拌 5min) $\rightarrow$ 升温至 50℃(保温并搅拌 60min) $\rightarrow$ 升温至 63℃(保温并搅拌 60min) $\rightarrow$ 升温至 70℃(保温 30min) $\rightarrow$ 碘检,升温至 78℃,过滤 $\rightarrow$ 洗糟(第一次用水 40L,第二次用水 35L,要求残糖 $\leq 1.0\%$) $\rightarrow$ 煮沸(煮至麦汁糖度为 110P) $\rightarrow$ 加酒花(沸腾 10min 加酒花 76.4g,煮沸结束前 10min 加酒花 19.6g) $\rightarrow$ 回旋沉降(30min) $\rightarrow$ 定性麦汁 $\rightarrow$ 冷却(9℃) $\rightarrow$ 装罐(加酵母 650g,充氧气 8~9mg/L) $\rightarrow$ 发酵 $\rightarrow$ 混酒

1.4.2 传统未挤压蒸煮大米啤酒辅料糖化及发酵工艺流程

1.15kg 麦芽粉碎物、9.35kg 大米粉碎物和 63L 水混合,加耐高温 α -淀粉酶 1mL, 45℃ 投料,保温并搅拌 5min $\rightarrow$ 升温至 90℃,保温 40min $\rightarrow$ 升温至 100℃,保温 20min。同时, 8.2kg 麦芽粉碎物、34.6L 水、复合酶 3.52g 和糖化酶 3.68mL, 45℃ 投料,保温并搅拌 5min $\rightarrow$ 升温至 50℃,保温并搅拌 60min。然后两种醪液混合(即合醪),合醪后在 63℃ 下保温并搅拌 60min $\rightarrow$ 升温至 70℃ 保温 30min $\rightarrow$ 碘检合格后升温至 78℃ 过滤(第一次洗糟用水 40L,第二次洗糟用水 35L,要求残糖 $\leq 1.0\%$) $\rightarrow$ 煮沸(糖度 110P) $\rightarrow$ 加酒花(沸腾 10min 加酒花 76.4g,煮沸结束前 10min 加酒花 19.6g) $\rightarrow$ 回旋沉降 30min $\rightarrow$ 定性麦汁 $\rightarrow$ 冷却(9℃) $\rightarrow$ 装罐(加酵母 650g,充氧气 8~9mg/L) $\rightarrow$ 发酵 $\rightarrow$ 混酒

2 结果与分析

本实验在前面实验得到的最佳糖化及发酵工艺条件下^[11],对挤压蒸煮大米辅料新工艺与传统未挤压蒸煮大米辅料传统工艺酿造啤酒的发酵过程进行了深入的研究。通过对两种工艺发酵过程中的可发酵糖和氨基氮等的消耗及酵母数量、双乙酰值、乙醇含量和苦味质值的变化情况的研究比较两种工艺的发酵过程以及成品啤酒质量指标的差别,进而分析和比较二者的优劣。

图 1 是挤压蒸煮大米辅料新工艺与传统未挤压蒸煮大米辅料传统工艺酿造啤酒的发酵过程中 α -氨基氮值随发酵时间的变化情况。可以看出,未挤压蒸煮大米辅料传统工艺在从麦汁到啤酒的整个发酵过程中 α -氨基氮含量总体上高于挤压蒸煮大米辅料

工艺。这主要是由于二者的工艺差别所致,挤压蒸煮大米辅料工艺采用的是单醪法糖化,而传统未挤压蒸煮传统工艺采用的是双醪法糖化,而二者的复合酶添加量是一样的,这就导致传统未挤压蒸煮工艺在 50℃ 蛋白质休止时蛋白质酶的浓度高于挤压蒸煮大米辅料工艺,分解蛋白质的速度快。所以,传统未挤压蒸煮工艺的氨基氮含量高于挤压蒸煮大米辅料工艺。

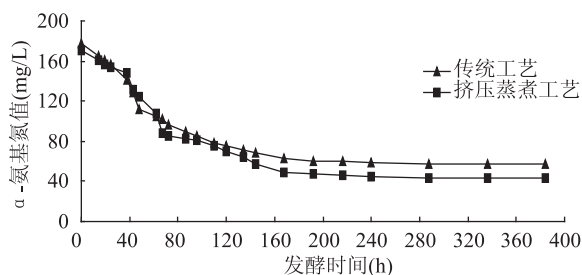


图1 α -氨基氮值随发酵时间的变化

图 2 是挤压蒸煮大米辅料新工艺与传统未挤压蒸煮大米辅料传统工艺酿造啤酒的发酵过程中糖度值随发酵时间的变化情况。可以看出,传统未挤压蒸煮大米辅料工艺在发酵初期(前 40h)降糖快;而挤压蒸煮大米辅料工艺在 40h 后降糖速度高于前者。这主要是由于二者的糖组分的差别所致,从糖组分分析可知^[12],传统未挤压蒸煮大米辅料工艺麦汁中葡萄糖的含量高,而挤压蒸煮大米辅料工艺麦汁中的麦芽糖含量高,挤压蒸煮大米辅料麦汁中总的可发酵糖含量略高于传统未挤压蒸煮辅料工艺麦汁。而啤酒酵母优先利用葡萄糖,然后才开始利用麦芽糖,所以有上述现象出现。另外,传统未挤压蒸煮大米辅料工艺啤酒中的残糖浓度高于挤压蒸煮大米辅料工艺啤酒,总的来说二者的差别不大。

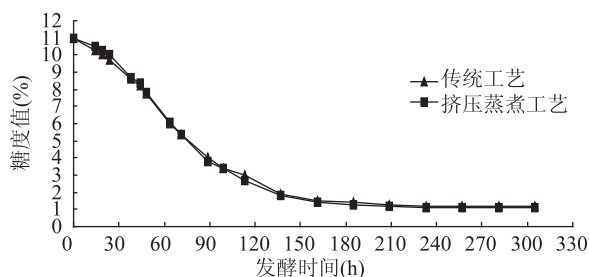


图2 糖度值随发酵时间的变化

图 3 是挤压蒸煮大米辅料新工艺与传统未挤压蒸煮大米辅料传统工艺酿造啤酒的发酵过程中双乙酰值随发酵时间的变化情况。可以看出,挤压蒸煮大米辅料工艺的双乙酰值在发酵初期迅速上升,达最大值后,下降幅度较大,期间波动变化不明显。而未挤压蒸煮大米辅料工艺的双乙酰值在发酵初期上升较快,峰值明显高于蒸煮大米辅料工艺。而且发酵期间还原速度较慢。

图 4、图 5 分别是挤压蒸煮大米辅料新工艺与传统未挤压蒸煮大米辅料传统工艺酿造啤酒的发酵过程中酒精含量和苦味质值随发酵时间的变化情况。从图 4、图 5 可以看出,两种工艺在酒精含量和苦味质值变化等方面的差别很小,两种工艺得到的啤酒中酒

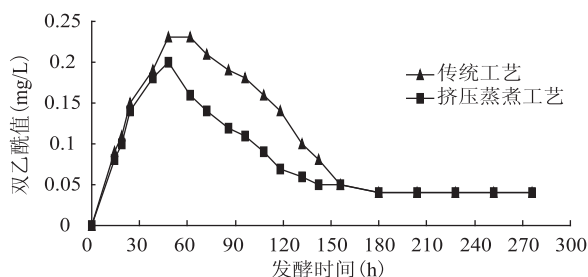


图3 双乙酰值随发酵时间的变化

精含量和苦味质值都在正常范围之内,符合国家标准的要求。

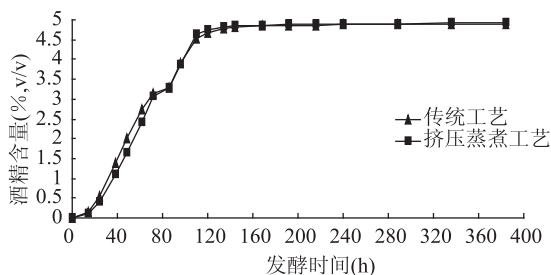


图4 酒精含量随发酵时间的变化

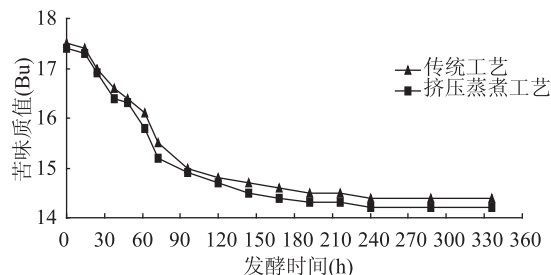


图5 苦味质值随发酵时间的变化

图6是挤压蒸煮大米辅料新工艺与挤压蒸煮大米辅料传统工艺酿造啤酒的发酵过程中酵母数随发酵时间的变化情况。从图6可以看出,传统未挤压蒸煮大米辅料工艺在发酵初期酵母增殖较快,在48h左右达到酵母数最大峰值(5.6×10^7 个/mL);而挤压蒸煮大米辅料工艺在60h左右达到酵母数最大峰值(5.7×10^7 个/mL)。挤压蒸煮大米辅料工艺的达到峰值的时间拖后12h左右,但峰值略高于前者。这主要是由于二者的糖组分的差别所致,从前面的糖组分分析可知,传统未挤压蒸煮大米辅料工艺麦汁中葡萄糖的含量高,而挤压蒸煮大米辅料麦汁中的麦芽糖含量高,挤压蒸煮大米辅料麦汁中总的可发酵糖含量略高于传统未挤压蒸煮辅料工艺麦汁中总的可发酵糖含量^[12],所以传统未挤压蒸煮大米辅料工艺在发酵初期酵母增殖较快,但峰值没有挤压蒸煮大米辅料工艺高。

3 结论

传统未挤压蒸煮大米辅料工艺在整个发酵过程中氨基酸含量总体上高于挤压蒸煮大米辅料工艺。

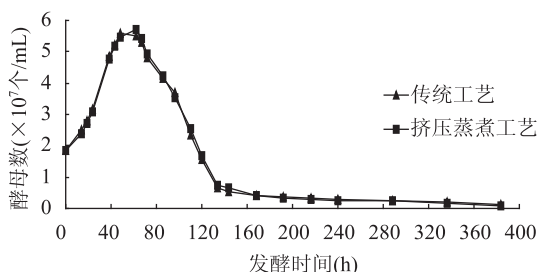


图6 酵母数随发酵时间的变化

传统未挤压蒸煮大米辅料工艺在发酵初期(前40h)降糖快,而挤压蒸煮大米辅料工艺在40h后降糖速度高于前者,总的来说二者的差别不大。挤压蒸煮大米辅料工艺的双乙酰值在发酵初期迅速上升,达最大值后下降幅度较大,而传统未挤压蒸煮大米辅料工艺的双乙酰值发酵初期上升较快,峰值明显高于挤压蒸煮大米辅料工艺,还原速度慢。传统未挤压蒸煮大米辅料工艺在发酵初期酵母增殖较快,在48h左右达到峰值(5.6×10^7 个/mL),而挤压蒸煮大米辅料工艺在60h左右达到峰值(5.7×10^7 个/mL),挤压蒸煮大米辅料工艺达到峰值的时间拖后12h左右,但峰值高于前者。两种工艺在酒精含量、苦味质值和其它指标方面的差别很小,均符合国家标准的要求。

参考文献:

- [1] 秦耀宗. 啤酒工艺学[M]. 北京:中国轻工业出版社, 1999. 296~312.
- [2] Dale J A. Unmalted cereal products for beer brewing[J]. Journal of the Institute of Brewing, 1989, 95: 271~276.
- [3] 毕德成,等. 挤压加工技术在高辅料啤酒生产中的应用[J]. 广州食品工业科技, 1999, 14(4): 8~9, 30.
- [4] 秦日山. 啤酒膨化原料在糖化中的应用实验[J]. 酿酒科技, 1990(2): 19~20.
- [5] 申德超. 膨化啤酒辅料酿造啤酒的实验研究[J]. 农业工程学报, 2002, 18(2): 123~126.
- [6] 申德超. 挤压膨化大米作啤酒辅料的实验研究[J]. 农业工程学报, 2002, 18(1): 132~134.
- [7] 管敦仪. 啤酒工业手册(中册)[M]. 北京:中国轻工业出版社, 1986. 184~216.
- [8] 蔡定域. 酿酒工业分析手册[M]. 北京:中国轻工业出版社, 1988. 287.
- [9] 徐颖, 申德超. 挤压膨化大米作啤酒辅料外加酶糖化工艺研究[J]. 东北农业大学学报, 2005, 36(3): 350~353.
- [10] 申德超,等. 膨化大米辅料酿造啤酒的中试生产研究[J]. 农业工程学报, 2004, 20(4): 212~215.
- [11] 李宏军. 挤压膨化大米辅料与酶制剂酿造啤酒工艺的研究[D]. 哈尔滨:东北农业大学, 2004.
- [12] 申德超, 李宏军, 孟阳. 挤压膨化大米辅料麦汁和啤酒的糖类组分分析[J]. 农业机械学报, 2004, 35(6): 134~137.