

发酵条件对啤酒中乙醛及高级醇含量的影响

闫淑芳, 闫 夫

(深圳金威啤酒有限公司, 广东 深圳 518019)

摘要: 乙醛及高级醇的含量高是啤酒上头的主要原因。研究了啤酒发酵条件对两者的影响, 实验结果表明, 适当的提高发酵初期的发酵温度及减少酵母添加量可以有效地降低啤酒中乙醛的含量, 而降低麦汁溶氧量和主酵温度可使高级醇含量显著降低。

关键词: 啤酒; 乙醛; 高级醇; 发酵条件

中图分类号: TS262.5; TS261.4 文献标识码: B 文章编号: 1001-9286(2007)11-0068-03

Effects of Fermentation Conditions on the Content of Acetaldehyde and Higher Alcohols in Beer

YAN Shu-fang and YAN Fu

(Kingway Brewery Co. Ltd., Shenzhen, Guangdong 518019, China)

Abstract: Higher content of acetaldehyde and higher alcohols were the key reasons of headache after beer drinking. The effects of fermentation conditions on their content in beer were studied. The results indicated that appropriate enhance of fermentation temperature in early fermentation period and the decrease of barm addition quantity could effectively reduce the content of acetaldehyde and the decrease of dissolved oxygen quantity in wort and chief fermentation temperature could reduce the content of higher alcohols markedly.

Key words: beer; acetaldehyde; higher alcohols; fermentation conditions

人们在日常生活中, 饮用大量啤酒后有时会出现头疼、头晕等感觉, 即俗称的“啤酒上头”。啤酒上头的原因有很多, 如酒精、高级醇、醛等引起的上头。乙醛是微毒性物质, 刺激作用和对中枢神经的抑制作用比甲醛强^[1]; 高级醇因为不宜被人体代谢, 在人体内存在时间长, 毒性大, 因此啤酒中乙醛及高级醇含量过高是引起啤酒上头的主要原因。本文通过改变发酵条件, 利用气相跟踪监测发酵过程中乙醛及高级醇的变化, 探究其变化规律及原因, 为制定合理有效的生产工艺提供理论依据。

1 乙醛及高级醇的代谢机制

1.1 乙醛代谢

乙醛是一种生青物质, 影响啤酒的口味, 优质啤酒中乙醛含量一般在 8 mg/L 以下^[2]。乙醛是啤酒发酵过程中产生的主要醛类, 是酵母的中间代谢产物, 由酵母糖代谢产生丙酮酸, 丙酮酸脱羧生成乙醛, 在发酵前期大量生成的乙醛, 随着发酵的不断进行, 会被乙醇脱氢酶还原为乙醇而浓度不断降低, 一般说下面发酵至发酵度为 35%~60%时, 乙醛含量最高。乙醛的代谢机

理见图 1。

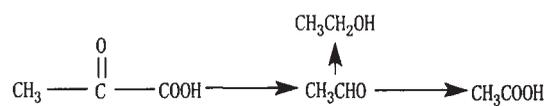


图 1 乙醛代谢途径

1.2 高级醇代谢

啤酒中高级醇是指 3 个碳原子以上的醇类的总称, 主要包括正丙醇、异丁醇、异戊醇, 活性戊醇、-苯乙醇, 一般高级醇的含量在 70~100 mg/L^[3]。高级醇对啤酒风味具有重大影响, 超过一定含量, 具有明显的杂醇味, 饮用过量会导致人体不适, 除某些特种啤酒外, 一般的啤酒, 大量的高级醇是不受欢迎的, 高级醇的形成与发酵条件密切相关^[4]。

啤酒中绝大多数的高级醇是在主发酵期间形成的, 形成高级醇的代谢途径有两种: 一是在 1907 年由德国化学家埃尔利希提出的有氨基酸形成高级醇的途径; 二是合成代谢途径, 在生成高级醇的这两条途径中, 合成途径占 75%, 而埃尔利希途径只占 25%。其代谢方程式

收稿日期: 2007-06-21

作者简介: 闫淑芳(1974-)女, 山东人, 助理工程师, 硕士。

见图 2 和图 3。

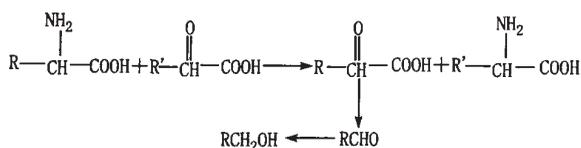


图 2 埃尔利希途径

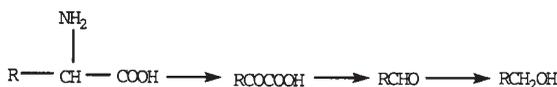


图 3 合成代谢途径

2 材料与方法

2.1 材料

酵母菌株: 菌种 KW-Y1。

酿造原材料: 12P 原麦汁。

2.2 检测仪器及方法

气相色谱仪 6890 Agilent, 顶空进样器 7694E, FID 氢火焰检测器, 色谱柱: HP-innowax 20M 石英毛细管柱 30 × 0.25 mm; 程序升温: 初始温度 50 , 以 20 /min 升至 100 , 再以 30 /min 升至 200 , 保持 1 min。氢气流速: 30 mL/min, 空气: 350 mL/min, 氮气: 45 mL/min。

2.3 生产设备

糖化: 单产 10 t 的糖化锅, 糊化锅, 压滤机, 煮沸锅, 在线溶氧测定仪。

发酵: 酵母扩培设备, 效容量为 10 t 的发酵罐。

2.4 试验方法

在同样的设备和工艺条件下, 通过改变发酵条件: 麦汁溶氧、发酵温度、酵母添加量, 跟踪监测发酵过程中乙醛及高级醇含量的变化。

2.4.1 麦汁溶氧对发酵影响

采用相同的糖化工艺, 相同的酵母添加量, 改变麦汁溶氧, 其他发酵条件一致, 跟踪监测发酵过程中高级醇和乙醛的含量变化。麦汁溶氧分别为 6 mg/L、7 mg/L 和 8 mg/L。

2.4.2 温度对发酵的影响:

采用 3 种不同温控进行发酵, 跟踪监测温度改变对乙醛和高级醇含量的影响。

主酵温度为 9 ;

主酵温度为 9 , 待糖度降到 4 Bx 后, 温度不做控制。

主酵温度为 10.5 。

以上 3 种主酵方法, 待双乙酰浓度 0.08 mg/L 后, 降温程序相同。

2.4.3 酵母添加量对发酵的影响

通过变化酵母的添加量, 控制酵母的满罐数, 如下:

L: 满罐酵母数为 1.0×10^7 个/mL;

M: 满罐酵母数为 1.5×10^7 个/mL, 其他发酵条件一致, 跟踪发酵过程中乙醛和高级醇含量的变化。

3 结果与分析

3.1 气相检测啤酒中乙醛和高级醇含量

通过气相精确检测啤酒中乙醛及高级醇含量, 跟踪发酵结果。气相图谱检测结果见图 4。

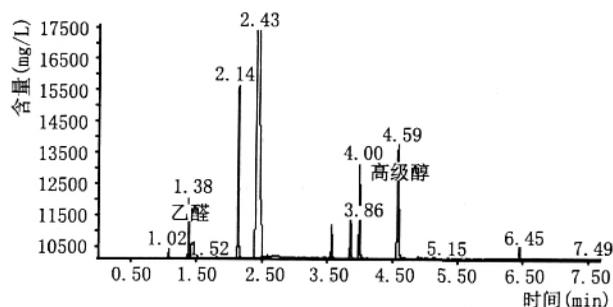


图 4 啤酒气相检测图

3.2 麦汁溶氧对发酵的影响

3.2.1 麦汁溶氧对乙醛含量的影响

麦汁溶氧对乙醛含量的影响结果见图 5。

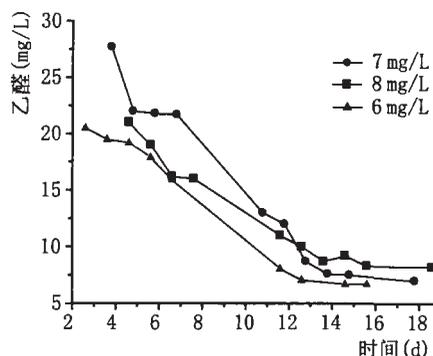


图 5 麦汁溶氧对乙醛含量的影响

由图 5 可知, 适当的溶氧可促进酵母的代谢, 加大乙醛的积累, 溶氧为 7 mg/L 时乙醛含量的峰值最高, 且发酵前期即可迅速达到最大值, 随后随着乙醇脱氢酶的还原, 乙醛浓度不断降低, 而到了发酵后期, 乙醛的含量基本不变。

3.2.2 麦汁溶氧对高级醇含量的影响

麦汁溶氧对高级醇含量的影响结果见图 6。

由图 6 可知, 随着麦汁溶氧的增加, 发酵过程中高级醇的含量增多, 且启发速度快, 短时期即可达到峰值, 而当麦汁溶氧较低时, 影响酵母的繁殖, 启发速度较缓慢, 到达峰值的时间较长, 且高级醇的总体含量较低。因此适当控制麦汁的溶氧可有效地控制啤酒中高级醇的含量。

3.3 温度改变对乙醛和高级醇的影响

3.3.1 温度改变对乙醛的影响

温度改变对乙醛的影响结果见图 7。

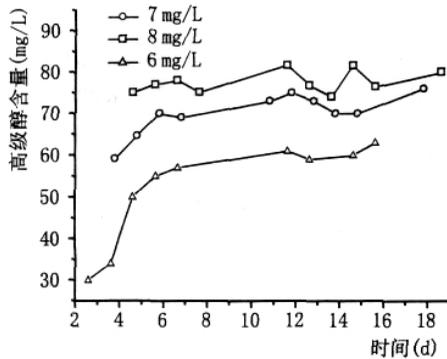


图6 麦汁溶氧对高级醇含量的影响

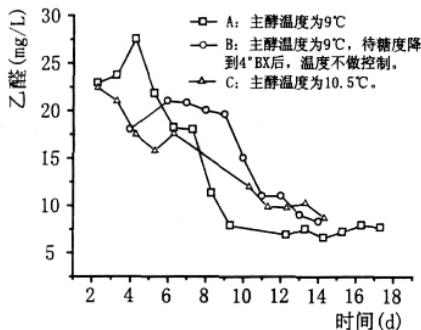


图7 温度改变对乙醛含量的影响

由图7可知,降低主酵温度,影响了酵母的繁殖和代谢,降低了乙醛的还原,从而提高了乙醛的含量,主酵后期不做温度控制,使乙醛含量一直处于较高状态。因此,适当提高主酵温度,可以降低乙醛的含量。

3.3.2 温度改变对高级醇的影响

温度改变对高级醇的影响结果见图8。

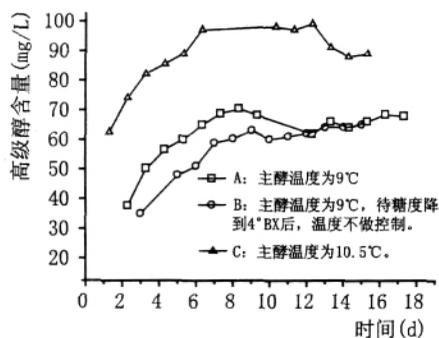


图8 温度改变对高级醇含量的影响

由图8可知,温度的升高,促进了酵母的繁殖,显著增加了高级醇的含量,而主酵后期的温度变化对高级醇含量的影响并不明显,因此温控发酵A、B的最终高级醇含量基本一致。

3.4 酵母添加量对乙醛及高级醇的影响

3.4.1 酵母添加对乙醛含量的影响

酵母添加对乙醛含量的影响结果见图9。

由图9可知,发酵初期,酵母添加量增加促进了乙醛的积累和乙醛峰值的提前,而繁殖代数的减少,及营

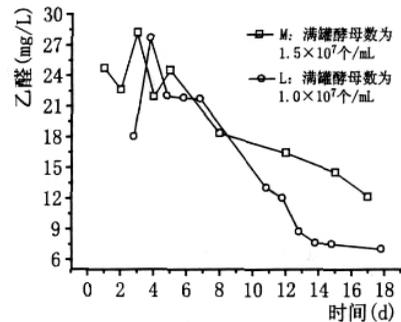


图9 酵母添加对乙醛含量的影响

养物质的有限,使得发酵代谢后期,大量的菌体代谢不旺盛又促使最终乙醛得以积累。

3.4.2 酵母添加量对高级醇的影响

酵母添加对高级醇含量的影响结果见图10。

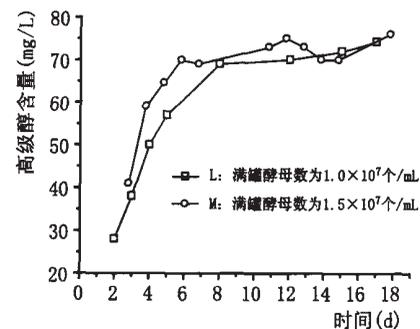


图10 酵母添加对高级醇含量的影响

由图10可知,一定范围内菌体添加量的改变并未显著影响高级醇的含量。

4 结论

通过改变啤酒发酵条件,跟踪监测其发酵过程中乙醛及高级醇含量的变化。实验结果表明,适当地提高发酵初期温度及减少酵母添加量,可以有效地降低啤酒中乙醛的含量,而降低麦汁溶氧量和主酵温度可使高级醇含量显著降低,一定范围内改变酵母添加量对高级醇的影响并不显著。引起啤酒上头的问题是阻碍啤酒企业发展的重要问题之一,降低啤酒中乙醛及高级醇的含量是解决该问题的有效途径。本文通过设计实验和结果分析,探求发酵条件和两者含量之间的关系,为以后工艺条件的控制,解决“上头”问题提供理论基础。

参考文献:

- [1] 孙黎琼. 啤酒中乙醛的形成及控制[J]. 啤酒科技, 2007, (1): 5-7.
- [2] 程殿林, 王亚楠. 啤酒生产技术(第一版)[M]. 北京: 化工工业出版社, 2005.
- [3] 崔云前, 周静. 啤酒中高级醇的影响因素及降低其含量的措施[J]. 酿酒科技, 2006, (1): 76-79.
- [4] 管敦仪. 啤酒工业手册(第一版)[M]. 北京: 轻工业出版社, 1998.