

啤酒中脂肪酸氧化及其预防

王志坚

(河北钟楼集团邯郸啤酒有限公司,河北 邯郸 056001)

摘要: 啤酒中的脂肪酸主要来源于酿造原辅料,如大麦、大米、小麦、玉米、酒花等。在制麦、糖化、发酵、啤酒贮存等过程均会产生脂肪酸,并发生脂肪酸氧化,影响啤酒的风味。影响啤酒中脂肪酸氧化的主要因素有温度、光、氧气、金属离子及抗氧化剂。必须严格控制制麦、糖化、发酵、灌装、贮存等工序操作,防止脂肪酸氧化。(孙悟)

关键词: 啤酒; 脂肪酸; 氧化; 预防措施

中图分类号: TS262.5; TS261.4 **文献标识码:** C **文章编号:** 1001-9286(2006)03-0070-02

The Oxidation of Fatty Acid in Beer & Its Prevention

WANG Zhi-jian

(Handan Beer Co. Ltd. of Zhonglou Group, Handan, Hebei 056001, China)

Abstract: Fatty acid in beer mainly came from raw materials such as wheat, rice, barley, corn and hops etc. The oxidation of fatty acid was likely to happen in barley preparation, saccharification, fermentation, and beer storage etc., which would influence beer flavor. The main factors influencing the oxidation of fatty acid in beer included temperature, light, oxygen, metal ions and antioxidant. The procedures such as barley preparation, saccharification, fermentation, bottle filling, storage etc. must be under strict management to prevent the oxidation of fatty acid. (Tran. by YUE Yang)

Key words: beer; fatty acid; oxidation; prevention measures

脂肪酸是烃基有机酸的总称,广泛存在于酿酒原辅料及啤酒中。在制麦、糖化、发酵、贮存过程中及不同工艺条件下生成醛、酮类等羰基化合物,是构成啤酒风味的重要物质。各物质之间相互掩盖、相互增效,从而构成啤酒特殊的复杂风味。而风味物质之间比例的平衡与协调是啤酒风味稳定的关键。本文就脂肪酸来源及其在啤酒酿造过程中的变化,对啤酒风味影响及脂肪酸氧化预防谈一点看法,与同行商讨。

1 啤酒中脂肪酸的主要来源

脂肪酸广泛存在于自然界,特别是脂肪类物质广泛存在于动物、植物及微生物中。而啤酒中脂肪酸则主要来源于酿造所用的原辅料。如大麦、大米、小麦、玉米、酒花中均含有一定量脂肪类物质,见表1。

原辅料所含的脂类物质在制麦及糖化阶段,脂肪酸往往由麦芽所含的脂肪酶分解生成。主要是亚油酸、亚油烯酸。

2 脂肪酸在啤酒酿造过程中的变化

2.1 脂肪酸在糖化阶段的酶促反应

糖化过程由于氧的存在,与游离脂肪酸接触后,麦芽

表1 啤酒酿造原辅料中的脂肪类物质含量 (%)

原料	脂肪含量	原料	脂肪含量	原料	脂肪含量
麦芽	2~3	大麦	2~3	精粳米	0.26
玉米	3~4	小麦	2~2.4	精籼米	0.2~1.49
碎米	0.6	大米	0.04~0.06	小麦	0.5~0.20
淀粉	0.15~0.20	木薯	0.01~0.03	淀粉	
		酒花	2.0~4.0		

中脂氧化酶催化麦芽中的不饱和脂肪酸,特别是亚油酸、亚麻酸等将氧原子从脂肪酸上除去,转移到O₂上,然后双键异构化,最终生成过氧化物。生成的过氧化物经氢过氧化酶及过氧化氢酶作用生成醛、酮类风味物质。

2.2 脂肪酸在发酵阶段的变化

麦汁中脂肪酸含量与麦汁浊度密切相关。麦汁浊度高,脂肪含量也高。麦汁满罐添加酵母后,麦汁中脂肪类物质在酵母胞外脂肪酶的作用下分解生成脂肪酸、甘油、二酰甘油或单酰甘油等产物。脂肪酸被酵母吸收利用后,一部分氧化生成二氧化碳、水和能量,供酵母生长、繁殖所需能量;一部分脂肪酸氧化生成中间产物乙酰辅酶A。乙酰辅酶A在酵母作用下参与反应,生成乙酰乙酸、β-羟丁酸、丙酮等中间产物,这是构成啤酒风味的重要物质。

收稿日期:2005-11-17

作者简介:王志坚(1944-),男,河北磁县人,大学本科,高级工程师,长期从事啤酒研究、开发与管理工作,获市优秀科技成果二等奖、省优秀新产品二等奖、市科技进步一等奖、省质量管理一等奖各1项,发表专业论文200余篇,多篇获奖。

2.3 脂肪酸在啤酒贮存阶段的变化

脂肪酸在啤酒贮存阶段的变化主要是发生自动氧化反应,这也是啤酒风味劣化的主要途径之一。由于滤酒、灌装过程溶解氧增加,增加了贮存期间脂肪酸氧化的机会。初始阶段少量的脂肪酸在光、热、金属离子催化下活化分解生成不稳定的游离基团 $R\cdot$ 和 $H\cdot$ 。当啤酒中有氧存在时,这些游离基团($R\cdot$, $H\cdot$)便同氧反应生成过氧化物游离基团($ROO\cdot$)。然后,氧化物游离基团又和一个脂肪酸反应,生成氢过氧化物($ROOH$)和游离基团 $R\cdot$ 。游离基团 $R\cdot$ 以链式传递,不论引发剂是否存在都会发生。

氢过氧化物不稳定,其积累到一定浓度时就分解为羟基自由基($\cdot OH$)和烷氧基($RO\cdot$)。烷氧基在不同工艺条件下可生成相应的醛、酮、醇等。这些物质正是造成啤酒氧化的重要物质。啤酒会出现氧化味、老化味,影响啤酒的新鲜度与再饮性。

3 影响脂肪酸氧化的因素

影响啤酒中脂肪酸氧化的主要因素有温度、光、氧气及金属离子、抗氧化剂。

3.1 温度

温度是影响脂肪酸氧化的因素之一。脂肪酸氧化速度与温度高低成正比关系,即温度越高,脂肪酸氧化速度越快。温度每提高 $10\text{ }^{\circ}\text{C}$,脂肪酸氧化反应速度提高1倍。这是因为温度升高促进了游离基团的生成。

3.2 光

不饱和脂肪酸中含有双键、三键等不饱和键,容易吸收太阳光中紫外线及其他高能射线而发生光化学反应,引发链式反应,加快了游离基生成的速度。

3.3 金属离子

金属离子特别是 Fe^{2+} 离子,主要通过氧化态和还原态之间化合价的变化,在分子间进行电子传递。在脂肪酸氧化过程中, Fe^{2+} 离子通过化合价变化,将电子从脂肪酸传递给氧,使脂肪酸形成游离基。金属离子还对脂肪酸起氧化催化作用。所以,啤酒中金属离子含量多少对防止脂肪酸氧化起着很重要的作用。

3.4 氧

氧是脂肪酸氧化的必需条件。有关这方面的资料介绍很多,在此不再赘叙。

3.5 抗氧化剂

凡是能抑制、阻止、延缓氧化作用发生的物质都可以称为抗氧化剂。其主要机理是阻止链式反应的传递。抗氧化剂加入啤酒后,能够与氧化反应的第一步产生的游离基团作用,阻止其生成,终止链式反应传递。而抗氧化剂游离基不能引发链式传递,因此反应到此终止。当还原剂存在时,抗氧化剂得以再生,重新进行反应。

4 防止脂肪酸氧化的工艺措施

4.1 制麦阶段

大麦在浸麦过程中,从第3天开始,麦层中应适度进行二氧化碳富集,降低通风量,适度提高麦层中二氧化碳

浓度,以抑制脂肪酶的活性。

麦芽干燥阶段,控制干燥温度即可杀灭脂肪酶、过氧化氢酶等脂肪酸氧化所需酶的活性,又要防止脂肪酸因高温而发生分解,以减少麦芽中氧化物质的生成量。

4.2 糖化阶段

4.2.1 原料选择

选用新鲜、碎粒少的大米。碎米中胚芽含量高,而脂肪主要集中在胚芽中。所以,胚芽多的大米脂肪含量相应也多。大米碎度高,与空气接触面积也大,会加速大米中脂肪氧化,影响啤酒口味。

玉米作辅料时必须脱胚去脂,这是保证啤酒口味及泡沫性能的关键。

4.2.2 麦芽粉碎

麦芽粉碎一定要适中,达到皮破而不碎,以保持麦皮和胚芽的完整。麦芽中脂肪也集中在胚芽中,胚芽完整可减少脂肪浸出量,糖化结束时脂肪较完整地保留在麦糟中。如采取湿粉碎法、增湿粉碎法是较理想的选择。

4.2.3 控制温度和pH值

糖化时提高下料温度,调低糖化时的pH值以抑制脂肪酶活性。当麦芽质量较高时,投料温度可升至 $62\text{ }^{\circ}\text{C}$,直接进入糖化。调整pH值为 5.2 ± 0.1 ,既可抑制脂肪酶的活性,又不影响 β -淀粉酶、 β -葡聚糖酶的作用。

4.2.4 隔氧措施

糖化过程,特别是麦汁煮沸阶段,煮沸锅中高温蒸汽迅速排出,锅内形成瞬间负压,将外部空气大量吸入,加大了麦汁与氧接触的时间和面积,这不利于脂肪酸稳定。所以,糖化时采取密闭锅体或用惰性气体(CO_2 , N_2)置换锅内空气,杜绝氧的进入,防止氧的危害。

4.2.5 麦汁清亮度

麦汁清亮度(浊度)与脂肪含量成正比。所以,提高麦汁清亮度,减少麦汁中脂肪含量。

4.3 发酵阶段

在工艺条件成熟的情况下,酵母液充氧后立即进麦汁,以避免酵母营养不足,繁殖时易衰老。又可避免因充氧过度而氧化。同时,选择金属离子特别是 Fe^{2+} 含量少的硅藻土作啤酒过滤助剂。因 Fe^{2+} 存在可促进脂肪酸氧化,发生链式反应。

4.4 灌装

灌装阶段的重点是防氧与排氧,特别是瓶颈空气。必须对装酒容器进行二次抽空充入 CO_2 ,激沫排空,避光包装等。从根本上减少酒液中溶解氧的含量。

4.5 贮存

低温避光贮存,在运输、贮存、销售过程中防止阳光直射或曝晒。

4.6 抗氧化剂

抗氧化剂品种不同,其作用机制也不同。应针对脂肪酸氧化而首选阻止自由基生成的抗氧化剂,以阻止链式反应发生,阻止脂肪酸进一步氧化,达到延长啤酒保鲜期的目的。●