

啤酒中高级醇的影响因素及降低其含量的措施

崔云前¹,周 静²

(1.山东轻工业学院食品与生物工程学院,山东 济南 250100;2.山东蓬莱酒业有限公司,山东 蓬莱 265600)

摘要: 啤酒中高级醇的影响因素包括原料(麦芽、辅料比、酒花)、糖化工艺(麦汁的-氨基氮含量、可发酵性糖含量、pH值、浓度、溶氧量)及发酵工艺(酵母菌种、酵母的增殖倍数、酵母接种量和酵母活性、发酵温度、发酵压力、发酵度)等。降低啤酒中高级醇含量的措施有:采用优质的原料和优良的酵母菌种,制订合理的糖化发酵工艺,实施低温发酵、高温还原双乙酰工艺。(孙悟)

关键词: 啤酒; 高级醇; 影响因素; 措施

中图分类号:TS262.5;TS261.4 文献标识码:B 文章编号:1001-9286(2006)01-0076-04

The Influencing Factors of Higher Alcohols in Beer & The Solutions to Reduce Higher Alcohols Content

CUI Yun-qian¹ and ZHOU Jing²

(1. Food Science & Biotechnology College of Shandong Light Industry College, Jinan 250100;

2. Penglai Wine Industry Co., Ltd., Penglai, Shandong 265600, China)

Abstract: The influencing factors of higher alcohols in beer included raw materials (malt, auxiliary materials proportion, hops), saccharifying techniques (-amino nitrogen content in wort, fermentable sugar content, pH value, concentration, and dissolved oxygen content), and fermenting techniques (yeast species, yeast breeding times, yeast inoculation quantity and yeast activity, fermentation temperature, fermentation pressure, and fermenting degree). The solutions to reduce higher alcohols content in beer covered the followings: use of quality raw materials and quality yeast species, appropriate saccharification and fermentation techniques, practice of low-temperature fermentation and high-temperature reduction of diacetyl to reduce the content of higher alcohols. (Tran. by YUE Yang)

Key words: beer; higher alcohols; influencing factors; solution

1 啤酒中的高级醇

啤酒发酵过程中会产生许多副产物,高级醇是这些产物中的主要组成部分,是酒体中主要的风味物质。

所谓高级醇是指含3个以上碳原子的醇类的总称,在白酒和酒精工业上俗称杂醇油。啤酒中的高级醇主要有正丙醇、异丁醇、活性戊醇、-苯乙醇等,其主要特性见表1。啤酒中的高级醇含量一般为70~100 mg/L,适当的高级醇能赋予酒体口感的丰满与醇厚,使酒体更为协调,但过量的高级醇是酒体异杂味的主要来源,过量的戊醇则有汗臭味和腐败味,如果异戊醇、异丁醇的混合物超标则构成啤酒典型的杂醇油臭味,也会使啤酒具有不愉快的苦味,并且会使啤酒饮用者产生头痛现象,俗称“上头”。现在绝大多数厂家的啤酒都存在着高级醇含量过高的问题,通过改善工艺来降低高级醇的含量,以

解决上头和口感粗糙问题,已成为啤酒业和消费者共同关注的问题。

表1 啤酒中的高级醇 (mg/L)

高级醇	口味	阈值	啤酒中的合理范围	风味强度
正丙醇	苦涩味	25	5~15	0.2~0.6
异丁醇	干辣酸味	75	5~15	0.067~0.2
异戊醇	芳香味	75	30~35	0.4~0.47
活性戊醇	水果香味	50	15~50	0.3~1
β -苯乙醇	玫瑰香味	75	15~20	0.1~0.27
总高级醇	—	—	70~100	—

2 高级醇的影响因素及降低其含量的措施

2.1 原料

2.1.1 麦芽

应采用蛋白质溶解良好的麦芽,库尔巴哈值控制在

收稿日期:2005-09-26

40%~45%为宜,脆度值达到70%。

蛋白质分解过度或分解不足均会造成不良影响。若麦芽过多溶解,还会造成麦汁中分子氮不足,影响啤酒的泡沫;若麦芽分解不完全,势必会造成麦汁中氨基酸不足,从而使酵母营养缺乏,酵母要自身合成生长需要的氨基酸,从而加快糖代谢进程,形成较多的高级醇。

2.1.2 辅料比

辅料添加比例在0~50%之间时,对高级醇含量的影响较为显著,见表2。综合考虑成本因素,辅料添加比例在20%~30%之间对降低啤酒中的高级醇含量较为有利。

表2 辅料添加比例对高级醇含量的影响

辅料比(%)	高级醇含量(mg/L)
0~10	58.3±11.2
10~20	64.2±8.1
20~30	69.3±7.4
30~40	75.6±8.3
40~50	87.9±10.4

2.1.3 酒花

从理论上讲,由于酒花本身化学成分的特性,应该能抑制高级醇的产生,从而减少酒体中高级醇的含量。但试验表明,酒花添加量对酒体中高级醇含量的影响并不明显(见表3),有可能是酒花的总体添加量较少,整个糖化系统、发酵系统以及检测的不均匀性所造成的,酒花成分对高级醇含量的影响,还有待进一步的研究。

表3 酒花对高级醇含量的影响

酒花添加量(%)	高级醇含量(mg/L)
1.0	74.3±7.2
2.5	77.6±6.5
5.0	73.5±8.8

2.2 糖化工艺

2.2.1 麦汁中的-氨基氮含量

当麦汁中-氨基氮含量较低时,酵母必然通过糖代谢的酮酸路线,去合成自身需要的氨基酸,则产生的高级醇较多。当麦汁中-氨基氮含量较高时,酵母增殖密度大,可以形成较低的高级醇。当麦汁中的-氨基氮含量过高时,也会抑制糖类的生物合成代谢,从而产生更多的高级醇(见表4)。因此,必须制订合理的糖化工艺,注意蛋白质分解时间及温度,确保麦汁中的-氨基氮含量在160~220mg/L范围内。

2.2.2 麦汁中的可发酵性糖含量

麦汁中的可发酵性糖含量越高,发酵越旺盛,高级醇含量越高。

2.2.3 麦汁的pH值

表4 不同麦汁的 α -氨基氮含量对酒体中高级醇含量的影响

α -氨基氮(mg/L)	麦汁浓度(°P)	高级醇含量(mg/L)
135.2±22.2	7~8	78.3±8.9
151.9±21.4	9~10	71.0±6.3
175.3±25.9	11~12	68.7±5.2
208.1±18.7	13~15	88.0±5.9
240.0±20.5	16~18	110.9±7.8

麦汁的pH值越高,酵母代谢形成的有机酸越多,则高级醇相应减少。一般来说,应控制定型麦汁的pH值在5.2~5.6之间,这样可明显减少高级醇的生成量。

2.2.4 麦汁的浓度

高级醇的形成量,随着麦汁浓度的升高而增加,现在越来越多的啤酒厂采用后稀释法,对降低啤酒中的高级醇有明显的效果。我们采用12°P麦汁发酵后稀释成10°P啤酒,其高级醇含量要比10°P麦汁直接发酵的啤酒低(见表5)。显然,麦汁浓度的上升促进了高级醇的生成,稀释后高级醇含量明显降低。

表5 麦汁浓度对高级醇含量的影响

批次	工艺条件	高级醇含量(mg/L)
1	12°P发酵后稀释成10°P啤酒	50.3
2	10°P直接发酵	58.5

2.2.5 麦汁中的溶氧量

增加麦汁充氧时间和溶氧量,酵母增殖明显加快,形成的高级醇也越高,反之形成的高级醇相对较少。但麦汁溶解氧量不足时,酵母发酵前期缺氧,造成酵母代谢缓慢,形成呼吸缺陷性酵母,高级醇反而要增加。不同麦汁的溶氧量对高级醇的影响见表6。综合考虑,麦汁溶氧量在8~10mg/L范围内是较为适宜的。

表6 不同麦汁的溶氧量对高级醇的影响

麦汁溶氧量(mg/L)	高级醇含量(mg/L)
0~3	62.3±4.2
4~5	71.9±1.4
7~9	76.1±3.8
10~12	87.6±4.8

2.3 发酵工艺

2.3.1 酵母菌种

酵母菌种对啤酒高级醇的形成起着决定性的作用,见表7。

表7 不同酵母菌种生成高级醇的对比

酵母菌种类型	高级醇含量(mg/L)
A	46.5±5.3
B	58.9±8.4
C	161.3±11.7

从表7可看出,不同的酵母菌种生成的高级醇含量差别很大。因此,尽可能选用产高级醇较低的酵母,从菌种方面降低酒液中的高级醇含量,这应该是最有效的方法。另外,应保证麦汁中 Mg^{2+} 、 Zn^{2+} 、泛酸生物素等合理的含量,控制酵母生长,降低高级醇含量。

2.3.2 酵母的增殖倍数

高级醇是酵母合成细胞蛋白质时的副产物,如果发酵时酵母增殖倍数过大,产生的高级醇就较多。因而,尽可能控制发酵过程中酵母的增殖倍数小于4,酵母的接种密度在 $1.5 \times 10^7 \sim 2.0 \times 10^7$ 个/mL范围之间,可保证发酵旺盛时酵母细胞数小于 6×10^7 个/mL,这样能较好地降低啤酒中的高级醇含量。

2.3.3 酵母接种量和酵母活性

不同酵母接种量对高级醇含量的影响见表8。

表8 接种量对高级醇含量的影响

接种量($\times 10^7$ 个/mL)	高级醇含量(mg/L)
0.5	72.7 \pm 9.7
0.8	69.3 \pm 15.6
1.0	64.8 \pm 7.0
1.3	63.9 \pm 8.1
1.5	70.1 \pm 11.0
2.0	62.7 \pm 5.3
3.0	54.0 \pm 4.3
4.0	51.9 \pm 10.4
4.5	51.7 \pm 8.6

表8表明,加大酵母接种量,相应地减少了新生酵母的数量,代谢副产物高级醇也少,但只有在酵母接种量大于正常量值($1.0 \times 10^7 \sim 1.8 \times 10^7$ 个/mL)的3~4倍时效果才明显。

各种氨基酸在麦汁中的浓度不同,则其高级醇的形成也不同,考虑酵母利用的主要是二类和三类氨基酸,酵母添加时间尽量往后移,则高级醇生成量将减少。

酵母活性强,呼吸突变体菌株少,则高级醇生成量少。

2.3.4 发酵温度

为了进一步说明发酵温度对高级醇的影响,在其他条件都相同的前提下,发酵温度控制在6~15之间进行实验,结果见表9。

表9 发酵温度对高级醇含量的影响

发酵温度($^{\circ}C$)	高级醇含量(mg/L)
6	49.1 \pm 3.4
8	60.3 \pm 2.8
9	63.5 \pm 5.7
10	72.3 \pm 8.9
12	89.0 \pm 4.0
15	108.1 \pm 16.3

表9表明,发酵温度对高级醇含量的影响是相当关

键的。因而,我们着重针对发酵温度进行了讨论和研究。

由于高级醇的生成主要是在主发酵期间,发酵周期的前5d被称为生成高级醇的敏感期,主发酵温度越低,生成的高级醇越少,但是发酵周期会延长。综合考虑高级醇的含量和发酵周期,采用了不同的发酵温度,并用气相色谱对不同发酵温度所产酒的高级醇含量进行了检测。

2.3.4.1 高温发酵、低温还原工艺

发酵液满罐后,从10开始自然升温至12,在此期间糖度急剧下降。保持12恒温至双乙酰含量降至小于0.1mg/L后,用冷媒降温至-0.5,恒温至发酵结束,结果见图1。

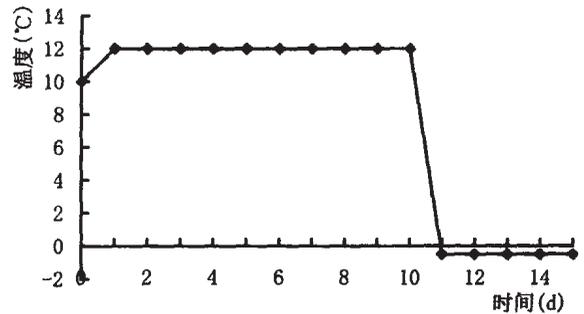


图1 高温发酵、低温还原工艺

2.3.4.2 低温发酵、高温还原工艺

满罐后9.5保持恒温,至糖度降至5.5开始自然升温至14。在14保持恒温,至双乙酰含量降至小于0.1mg/L,开始通冷媒降温。当温度降至-0.5~1,保持恒温至发酵结束,结果见图2。

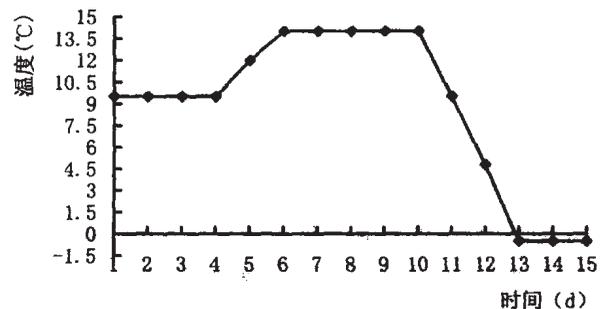


图2 低温发酵、高温还原工艺

2.3.4.3 两种工艺的对比分析

在发酵的第3天、第6天、第10天,分别对按两种工艺所酿造的啤酒进行取样,并进行分析。对照分析结果见图3~图5。

通过对比图3~图5的数据得出,改变发酵温度,采用低温发酵、高温还原工艺,能明显降低啤酒中的高级醇含量。

2.3.5 降糖速度

降糖速度越快,发酵越旺盛,代谢副产物将增加,高

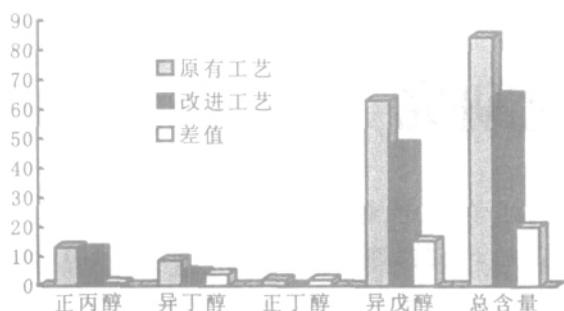


图 3 发酵第 3 天高级醇的含量

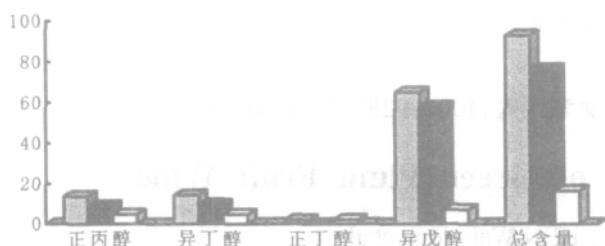


图 4 发酵第 6 天高级醇的含量

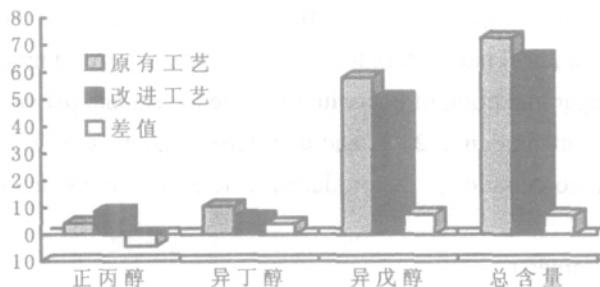


图 5 发酵第 10 天高级醇的含量

级醇含量也将增加。

2.3.6 发酵压力

现在啤酒厂一般均采用锥形发酵罐“一罐法”进行发酵,在二氧化碳压力下加压发酵,酵母受二氧化碳的

影响,发酵滞缓,增殖倍数减少,代谢副产物高级醇将减少。这样,一方面有利于缩短发酵周期,另一方面也有利于降低高级醇含量生产淡爽型啤酒。

2.3.7 发酵度

发酵度越高,表明发酵越旺盛,酵母增殖倍数越大,对氮源的需求越高,代谢副产物高级醇也越多。

2.3.8 及时排放酵母

由于现代啤酒厂多采用锥形罐发酵,酵母耐压时间长,在主酵后期和后酵过程中,易造成酵母自溶,酵母自溶后分泌出的营养物质又会促进部分活力强的细胞进行出芽繁殖,从而导致高级醇及其他副产物增加,所以发酵过程中应及时排放废酵母,有利于降低高级醇及其他副产物的含量。

3 结论

总之,影响啤酒高级醇的因素是多方面的、也比较复杂,企业只要采用优质的原料,制订合理的糖化工艺,选用优良的酵母菌种,实施低温发酵、高温还原双乙酰工艺均可以降低啤酒中的高级醇含量。但也要综合考虑具体的工艺,并结合企业的实际情况,兼顾到啤酒的口味、色泽、泡沫、酒体及稳定性,以酿制出独具特色的优质啤酒,满足消费者的需求。

参考文献:

- [1] 周广田,聂聪,崔云前,董小雷.啤酒酿造技术(第一版)[M]. 济南:山东大学出版社,2004.
- [2] 范团富.啤酒中高级醇的控制[J].啤酒科技,2001,(2):31-33.
- [3] 王志坚.露天锥形罐啤酒发酵温度的调节与控制[J].食品科学,1997,(5):42-44.
- [4] 苗延林.气相色谱法测定啤酒中的高级醇等物质[J].啤酒工业快讯,2000,(9):3.
- [5] 美国饲料分析协会北京办事处,译.美国酿造大麦制麦和酿酒技术资料选编[C].205-209.

酿酒科技杂志社邮购书刊

书刊名	邮购价	书刊名	邮购价
《酿酒科技精选(1980~1985)》	20元/册	《酿酒科技》2006年(月刊)	120元/年
《酿酒科技》2000年合订本	65元/册	《酿酒活性干酵母的应用与生产技术》	12元/册
《酿酒科技》2001年合订本	70元/册	《世界蒸馏酒的风味》	6元/册
《酿酒科技》2002年合订本	75元/册	《中国酒曲》	35元/册
《酿酒科技》2003年合订本	80元/册	《生料酿酒技术》	42元/册
《酿酒科技》2004年合订本	80元/册	《酿酒科技》世纪光盘(1980~2000年)	380元/套
《酿酒科技》2005年合订本	120元/套		

需订阅以上书刊者,请直接汇款到本刊社邮购。地址:贵州省贵阳市沙冲中路58号(550002);电话:(0851)5796163;传真:(0851)5776394;联系人:吴萍