

酵母性能对啤酒风味物质的影响

王志坚

(河北钟楼集团邯郸啤酒有限公司, 河北 邯郸 056001)

摘要: 啤酒独特的风味很大程度上取决于所使用的酵母菌种。影响酵母性能的主要因素: 酵母菌种、酵母接种量、酵母使用代数、发酵工艺条件等。应选择双乙酰生成量低、还原能力强的酵母菌株, 2~3代酵母活性最强, 还原力也最强; 采用较低的接种温度; 适当提高酵母接种量; 严格工艺操作, 为啤酒生产创造最好的发酵条件。(陶然)

关键词: 啤酒; 酵母性能; 菌种; 风味物质

中图分类号: TS261.1; TS262.5; TS261.4

文献标识码: B

文章编号: 1001-9286(2008)03-0075-03

Effects of Yeast Properties on Beer Flavoring Substances

WANG Zhi-jian

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

Abstract: The special flavor of beer was mainly dependent on the used yeast species. The main factors influencing yeast properties covered: yeast species, yeast inoculation quantity, use algebra of yeast, and fermentation technical conditions etc. The following yeast species was preferred for beer fermentation: yeast strain of low diacetyl yield and strong reductibility, and yeast of the second and the third generation had the strongest activity and reductibility. In practical production, lower inoculation temperature was adopted and adequate enhance of yeast inoculation quantity was recommended. Besides, strict technical operation was required. (Tran. by YUE Yang)

Key words: beer; yeast properties; species; flavoring substance

啤酒独特的风味很大程度上取决于所使用的酵母菌种。糖化麦汁经酵母发酵后除生成酒精、二氧化碳外, 还代谢生成一系列副产物。如高级醇、醛类、酯类、有机酸、双乙酰等。共同组成啤酒风味和酒体, 构成特有香味和口味。这些副产物的生成与酵母性能密切相关。而影响酵母性能的主要因素有: 酵母菌种、酵母接种量、酵母使用代数、发酵工艺条件等。

啤酒中常见的风味物质有: 乙醛、乙酸乙酯、双乙酰等。各主要风味物质及其阈值见表1。

表1 啤酒中主要风味物质及其阈值 (mg/L)

风味物质	口味阈值	风味物质	口味阈值
双乙酰	≤0.10	乙酸异戊酯	<2
异戊醇	<50	乙酯	<30
正丙醇	<25	乙醛	<15
异丁醇	<75		

1 酵母性能对双乙酰的影响

双乙酰含量多少是啤酒成熟度重要指标之一。优质啤酒要求双乙酰含量小于0.10 mg/L。双乙酰超过口味阈值的啤酒呈现馊饭味、纸板味。

1.1 酵母菌种的影响

酵母菌种不同, 其活性乙醛与酮酸合成的缩合酶活性也不同, 双乙酰前驱物质 - 乙酰乳酸合成量有很大差异。所以, 双乙酰生成量也不同, 其峰值有的高达1~2 mg/L, 而有的仅为0.3~0.4 mg/L。一些特殊的菌种, 如缬氨酸缺陷型酵母, 其发酵可将双乙酰峰值控制在阈值以内。

实验证明, 不同酵母菌种, 同一菌种不同代数对双乙酰还原能力并没有明显差别。所以, 选择1株双乙酰生成量低、还原能力强的酵母菌株, 是控制啤酒中双乙酰的关键。

1.2 酵母接种温度

较低的接种温度可以降低双乙酰生成量。较低接种温度可以缩短双乙酰前驱物质 - 乙酰乳酸形成过程, 加速生成物降解。提高酵母接种温度的结果恰好相反。

1.3 酵母接种量

提高酵母接种量可以有效降低酵母繁殖量, 从而降低 - 乙酰乳酸生成量, 啤酒中双乙酰含量相应减少(见表2)。

1.4 酵母还原力

不同代数酵母其还原力也不同。2~3代酵母活性最强, 其还原力也最强。双乙酰还原快, 啤酒中双乙酰含

收稿日期: 2007-12-14

作者简介: 王志坚(1944-), 男, 河北磁县人, 大学, 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。

表2 酵母接种量对双乙酰含量的影响

项目	指标		
酵母接种量($\times 10^6$ 个/mL)	10	20	40
发酵时间(d)	8	8	8
总双乙酰(mg/L)	0.09	0.07	0.05

量降低。资料显示,酵母传代超过5代,其活性、还原力明显下降。

1.5 发酵条件

酵母在不同发酵工艺条件下表现出不同的性能,从而对双乙酰生成和还原产生影响。

1.5.1 提高酵母接种量

提高发酵温度条件下,双乙酰形成快,量较大。但还原速度也快,最终啤酒中双乙酰含量并不高。高酵母接种量、低温发酵条件下,-乙酰乳酸生成量较少,还原也快。

1.5.2 提高麦汁中氧含量

提高麦汁中氧含量(8~10 mg/L)能加快酵母繁殖,新生酵母细胞多。 -乙酰乳酸生成快,还原也快。

1.5.3 双乙酰还原阶段

双乙酰还原阶段,酒液中悬浮的酵母细胞浓度高,双乙酰还原快。即双乙酰还原速度与酵母细胞浓度成正比。较高温度有利于双乙酰还原。

1.5.4 低温贮存酵母

高温贮存的酵母还原能力差。

1.5.5 追加高泡酒酵母

追加高泡酒酵母,酵母浓度高,还原力强,有利于双乙酰还原。

1.5.6 添加 -乙酰乳酸脱羧酶

添加 -乙酰乳酸脱羧酶可减少双乙酰生成量。

1.5.7 低温或不带压力发酵

低温或不带压力发酵,可保证酒液中悬浮一定浓度酵母,防止酵母过早沉降,均有利于双乙酰还原。

2 酵母性能对酯类物质的影响

酯类是啤酒香味物质的重要物质,也是啤酒香味物质重要组成部分。适量酯的存在可使啤酒香气丰满而协调。发酵中酯的形成主要依赖于酵母生物合成。

2.1 酵母菌种的影响

不同的酵母菌种其酯酶活性有很大差异,从而形成的酯的量有很大不同,有的菌种能形成大量酯,有的则较少。上层发酵酵母较下层发酵酵母酯生成量多。

2.2 降糖速度的影响

酵母降糖速度不同,酯生成量也不同。酵母降糖速度越快,酯生成量越多(见表3)。

2.3 酵母添加量的影响

冷却麦汁中酵母添加量越大,酯生成量越多(见表4)。

表3 降糖速度对酯含量影响

项目	指标		
麦汁浓度($^{\circ}$ P)	11		
降糖速度($^{\circ}$ P/h)	0.23	0.15	0.08
酯含量(mg/L)	38.2	22.1	18.4

表4 酵母添加量对酯含量影响

项目	指标		
麦汁浓度($^{\circ}$ P)	11		
酵母接种量($\times 10^6$ 个/mL)	10	20	40
酯含量(mg/L)	12.2	14.4	15.9

2.4 发酵条件的影响

2.4.1 发酵温度

当主发酵温度为8~12 $^{\circ}$ C时,对酯的生成量的影响并不大。当发酵温度升至20 $^{\circ}$ C左右时,酯生成量明显增加。高温发酵有利于酯生成(见表5)。

表5 发酵温度对酯生成量影响

项目	指标		
发酵温度($^{\circ}$ C)	10	12	14
麦汁浓度($^{\circ}$ P)	11		
通氧量(mg/L)	10		
酯含量(mg/L)	23	28	45

2.4.2 发酵方法

连续发酵比间歇式发酵酯生成量高。

2.4.3 加压发酵

加压发酵增加了啤酒中二氧化碳(CO_2)浓度。 CO_2 浓度高,抑制低碳链挥发性酯的生成,从而影响到啤酒中酯含量。

2.4.4 发酵罐高度

发酵罐高度对醋酸乙酯形成有很大影响。发酵罐越高,酒液对流越强烈,醋酸乙酯生成量越少。

2.4.5 啤酒贮存期

啤酒贮存后期,如果酵母细胞浓度太高,温度控制不当,易引起酵母自溶。酵母细胞强烈分泌出癸酸乙酯。癸酸乙酯含量越高,啤酒酵母味或酵母臭味越浓。

2.4.6 麦汁浓度

麦汁起始浓度与酯生成量成指数关系。酯的形成与酒液中醇浓度息息相关。麦汁浓度越高,发酵过程生成醇的浓度也高,酯生成量越多。麦汁浓度越高(>13 P),酯生成量越多。

2.4.7 麦汁含氧量

麦汁含氧量越高,发酵生成酯越少,麦汁通风供氧是酵母繁殖的必要条件。酵母繁殖不仅消耗大量能量而且为生成细胞膜需要合成甾醇和不饱和脂肪酸,需要有乙酰辅酶A参与。结果导致生成酯所需的乙酰辅酶A量减少,而减少通风量会增加酯生成量。

2.4.8 贮酒与存放

啤酒低温贮存由于酯化反应,会使酯含量有所上

升,但幅度较小,时间较长。但啤酒香气会更加协调。

成品酒存放过程中随温度变化,时间延长,酯含量会缓慢下降。

3 酵母性能对醛类物质的影响

啤酒中最重要、含量最多的醛类是乙醛,它是从碳水化合物到乙醇的代谢途径中的一个分支产物,基本上在发酵前3天形成。随着发酵过程进行,啤酒中醛类物质的浓度,特别是乙醛浓度会越来越低。

3.1 酵母菌种的影响

不同酵母菌种对乙醛生成量有明显影响。

3.2 酵母接种量的影响

加大酵母接种量,乙醛生成量相应增加。

3.3 酵母使用代数的影响

酵母代数对乙醛生成量影响较小(见表6)。

表6 酵母代数对乙醛生成量影响

酵母代数	乙醛含量(mg/L)	
	满罐第5天	滤酒时
1	35.93	5.62
2		5.68
3	34.70	

3.4 酵母降糖速度对乙醛的影响

酵母降糖速度越快,发酵液中乙醛含量明显增加(见表7)。

表7 降糖速度对乙醛含量影响

项目	指标	
降糖速度(°P/h)	58 h/7°P	126 h/7°P
成品酒中乙醛含量(mg/L)	26.5634	7.3286

3.5 发酵条件的影响

3.5.1 发酵温度

随着主发酵温度的提高,乙醛生成量相应增加。后期高温还原会使发酵液中乙醛含量降低(见表8)。

表8 发酵温度对乙醛生成量的影响

项目	指标		
发酵温度(°C)	10	11	12
乙醛含量(mg/L)	11	15	18

3.5.2 发酵压力

压力升高有利于乙醛生成。

3.5.3 麦汁充氧量

麦汁中充氧量的多少不会改变乙醛的生成量。

3.5.4 麦汁污染

麦汁污染可能导致乙醛生成量增加。

4 酵母性能对高级醇的影响

高级醇是酵母发酵的重要代谢产物,也是啤酒风味和酒体的主要构成物质。高级醇的适量存在可使啤酒具

有丰满的香味和口味,增加啤酒醇厚感。另一方面,高级醇也是啤酒杂味的主要来源之一。

4.1 酵母菌种的影响

不同的酵母菌种对麦汁-氨基氮同化力不同,其高级醇生成的种类和数量有很大差别。同化力强的酵母,繁殖密度高,高级醇生成量多,粉末型酵母高级醇生成量69~90 mg/L,絮状性酵母高级醇生成量49~122 mg/L,而强凝聚性酵母高级醇生成量为50 mg/L左右。

4.2 酵母接种量的影响

酵母接种量少,高级醇生成量也少;反之则高(见表9)。

表9 酵母接种量对高级醇生成量的影响

项目	指标		
酵母接种量($\times 10^6$ 个/mL)	10	14.5	18.6
高级醇含量(mg/L)	85	103	126

4.3 酵母繁殖倍数

酵母在发酵过程中繁殖的倍数对高级醇生成量有很大影响。高级醇是酵母合成蛋白质的副产物。繁殖倍数越大,高级醇生成量越多。

4.4 酵母使用代数

酵母代数与高级醇生成量基本没有关系。

4.5 发酵条件

4.5.1 发酵温度

发酵温度高,高级醇生成量高(见表10)。

表10 发酵温度对高级醇生成量的影响

项目	指标		
发酵温度(°C)	10	11	12
高级醇含量(mg/L)	85	110	127

4.5.2 麦汁含氧量

麦汁含氧量高,高级醇生成量高(见表11)。

表11 麦汁含氧量对高级醇生成量影响

项目	指标		
麦汁含氧量(mg/L)	6	10	20
高级醇含量(mg/L)	76	96	108

4.5.3 麦汁中-N

麦汁中-N含量低,高级醇生成量少;反之则高。

4.5.4 发酵时压力

前期带压发酵,高级醇生成量减少。

4.5.5 发酵液运动

发酵激烈如搅拌发酵、连续发酵有利于高级醇生成。

4.5.6 麦汁浓度

麦汁起始浓度越高($> 13\%$),则高级醇的生成量越多。