第7卷 第4期 无锡轻工业学院学报 JOURNAL OF THE WUXI INSTITUTE OF LIGHT INDUSTRY Vol.7 1988 No.4

浅论控制啤酒的发酵度

吴永阳 晏 荣

（西安啤酒厂）

摘 要

本文从发酵控制的角度，用“量”的概念阐述了如何合理、准确地控制发酵度的问题。实践表明，通过外观发酵度与实际发酵度之间的固定关系，可以确定外观糖度与酒精度之间的关系，从而可以简化预测手段，准确有效地预测和控制成品的酒精度和发酵度。

主题词：啤酒；发酵度

啤酒发酵度标准的高低是衡量一个国家啤酒生产技术水平的一项重要指标。各种资料表明：浅色啤酒的淡爽化是一种世界性的倾向，要使啤酒的口感干净、爽快，除了其他因素外，提高发酵度是其关键之一。实践证明，发酵度较高（必需适当）的啤酒由于其残糖低，故而就使人喝了爽快没有粘口的感觉。

影响发酵度的因素主要有三个方面：一是菌种、二是糖化控制、三是发酵控制。三者密切相关，本文仅从发酵控制的角度，用量的概念，阐述如何合理、准确地控制发酵度，使产品质量较均一化。

1 理论依据及方法的推出

以往，对于生产过程中的啤酒，我们想准确地知道其发酵度、酒精度，总是依赖于化验室的繁琐而颇长的试验。这种方法滞后性较大，不能及时地指导生产，如果样品多的话，将更是一件头痛的事。笔者通过几年的观察与实践，发现通过外观发酵度与实际发酵度之间的固定关系，可以确定出外观糖度与酒精度之间的关系。。从而达到合理、准确、有效地预测和控制成品酒精度和发酵度。

根据巴林氏提出的规律，即原麦汁中的糖分在较完全发酵的情况下，经发酵后，一部分变成酒精，一部分形成酵母菌体和二氧化碳。三者的关系如下：

$$\underset{2.0695克}{浸出物} \longrightarrow \underset{1克}{酒精} + \underbrace{\underset{0.9565克}{CO_2} + \underset{0.11克}{酵母菌体}}_{1.0665克}$$

设啤酒的酒精含量为A（重量%），实际浸出物（未发酵浸出物）含量（重量%）为n，原麦

本文1987年9月26日收到。

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

汁浓度为P(重量%)，

则原麦汁浓度：

$$p=(A\times 2.0665+n)\times 100/(100+A\times 1.0665)$$

由此式换算出：

$$A=(p-n)/[2.0665-1.0665\times(p/100)]$$

因为$p-n=p\times$实际发酵度＝耗掉的糖量。

一般地，对于12度啤酒，我们就定其原麦汁浓度为12.0%，代入其中得出：

$$A=12^{\circ}\times\text{实际发酵度}/1.939 \qquad (1)$$

上式就将实际发酵度与酒精度联系到一起了。

又因为外观发酵度比实际发酵度高约10%。

$$\text{实际发酵度}=K\times\text{外观发酵度} \qquad (2)$$

$K=0.819$（参见表1和[1][2]）

得出(1)、(2)两个关系式后，我们就能够得出外观糖度与酒精度之间的关系。又根据后酵阶段(或后处理阶段)的降糖量为一定值(有些工艺是主酵就将所有糖耗尽，并进行填充二氧化碳，故这一值为零)，就能推出最终成品的发酵度和酒精度。

表1 下酒时的糖度、外观发酵度与实际发酵度的关系

池号	下酒糖度	温度	*外观发酵度	酒精度	实浓	原麦汁浓度	实际发酵度	K
3*	5.2	6℃	56.67	2.850	6.449	11.98	46.17	0.815
新3*	4.8	6.8	60.00	3.030	6.175	12.05	48.75	0.813
4*	4.7	5.2	60.83	3.090	6.151	12.13	49.29	0.810
老2*	4.6	4.8	61.70	3.205	5.852	12.07	51.52	0.835
老3*	4.4	6.6	63.33	3.265	5.952	12.30	51.61	0.815
2*	4.2	5.6	65.00	3.265	5.535	11.89	53.28	0.820
3*	4.1	4	65.86	3.320	5.330	11.77	54.80	0.833
老1*	4.0	5.3	66.67	3.435	5.455	12.11	54.95	0.824
老2*	3.8	6.0	68.33	3.490	5.430	12.20	55.49	0.812

* 这里外观发酵度都是以假定发酵前麦汁的浓度是12度为基准计算出的。

2 应用实例

下面举例说明如何使用此方法以及这个方法在实际生产中的应用情况。

用传统发酵设备进行酿造12度啤酒。要使其成品的酒精度达到3.9%，则前酵下酒糖度应控制的合理数值计算如下：

我厂所使用的传统工艺，经测定后酵中将产生8.6%的发酵度，即糖量的8.6%是在后发酵中耗去的。

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

对12度啤酒，酒精度为3.90%时，则发酵度就由(1)得出(这里只定原麦汁浓度为12.00%)

成品发酵度 = $A \times 1.939/12.0 = 3.9 \times 1.939/12.0 = 63\%$

那么在前酵下酒时应达到的发酵度即为：成品发酵度－后酵部分的发酵度 = 63.0 % － 8.6% = 54.4%

由公式(2)得出：

下酒时的外观发酵度 = 54.4%/0.819 = 66.4%

则下酒时的糖度 = 12.0% － 12.0% × 66.4% = 4.0%

这就是说控制下酒糖度在4.0度，即可达到最终成品啤酒的酒精度为 3.90 的目标，根据此方法，我们可以计算得出如下关系见表 2 。

表2　下酒时糖度与最终成品的酒精度的关系(以12.00%原麦汁浓度计)

下酒糖度(°B_x)	最终成品酒精度(%)	成品实际发酵度(%)
4.7	3.62	58.2
4.5	3.7	59.8
4.3	3.8	61.4
4.0	3.9	63.0
3.8	4.0	64.6

表3　大生产中测定的主酵液下酒糖度与成熟酒酒精度的关系

后　酵	罐号前酵液下酒状态		成　熟　酒　指　标			
罐　号	下酒糖度	下酒温度	酒精度(%)	实际浓度(%)	原麦汁浓度(%)	实际发酵度(%)
14*	4.8	6.5	3.610	5.155	12.15	57.6
6*	4.7	5.4	3.610	4.905	11.91	58.8
10*	4.6	5.5	3.730	4.955	12.18	59.3
1*	4.5	5.5	3.730	4.805	12.03	60.1
18*	4.4	5.2	3.785	4.655	12.00	61.2
7*	4.2	5.1	3.845	4.730	12.18	61.2
9*	4.1	5.5	3.905	4.304	11.88	63.8
5*	4.0	5.7	3.965	4.379	12.06	63.7
6*	3.8	5.6	4.030	4.153	11.97	65.3

比较表 2 、表 3 可以看出，两者下酒糖度与成熟酒酒精度的对应关系比较一致。

再如，在用微机控制的锥罐发酵中，采用工艺 1，4.2°B_x糖降温后处理，得到数据如表 4 。

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表 4

罐 号	成品酒理化指标					
	酒精度 (%)	实 浓 (%)	原麦汁浓度 (%)	真正发酵度 (%)	总酸	色度
6*	3.670	4.880	11.99	59.3	2.4	0.47
17*	3.730	4.805	12.03	60.1	2.8	0.45
28*	3.670	4.780	11.89	59.8	2.4	0.45
10*	3.670	4.905	12.02	59.2	2.2	0.41
6*	3.730	4.755	11.99	60.3	2.5	0.39

大量的实际结果数据表明，用此法进行计算，酒精度偏差不大于0.1。从而说明，这套方法应用于生产实践，达到了既能预测成品的酒精度，又能根据要求，调整工艺，合理迅速准确地控制发酵程度使产品质量达到较高度地均一。

3 讨 论

麦汁组成无疑是影响发酵度高低的关键因素之一。其中主要是取决于麦汁中所含有的可发酵性糖的多寡。麦汁中可发酵性糖比例高，则成品啤酒的发酵度就可能高，反之亦然。比较准确地测定可发酵糖含量的方法是，测定麦汁最终发酵度(极限发酵度)，必须注意的是，糖化控制与发酵控制是相辅相承的，二者的控制协调适当，才能达到最佳效果。一般，成品啤酒发酵度和最终发酵度(由糖化操作确定)间的差值以2～8%为宜。差值愈小，则口感愈爽快。但是，很多厂家的中间分析仍使用糖与非糖之比。我的经验是麦芽糖含量在9.5～10.0%之间，极限发酵一般在68%左右(五星啤酒酵母)。关于麦汁组分对发酵度的影响，详细情况见顾国贤教授的“试论啤酒的发酵度”(《酿酒》1984年第1期P1～4页)。

菌种的特性也是决定啤酒达到的发酵度的一个重要因素。根据无锡轻工业学院发酵工程系的测定，我国的大部分厂家所使用的菌种皆是中等发酵度的啤酒酵母，结果见表5[2]。

表 5

	发 酵 度 (%)	
	外观发酵度	真正发酵度
青岛啤酒酵母	68～78	56～64
北京啤酒酵母	67～75	55～62
北京五星啤酒酵母	68～78	56～64
沈阳雪花啤酒酵母	68～75	56～62

如果使用的是进口菌种，则发酵度较高些。如丹麦的嘉仕伯啤酒酵母的真正发酵度在68%左右，高则可达77%，酒精度达4.43%。因此，在控制发酵度时应注意它的范围和限度

在整个酿制啤酒的过程中随机的因素很多，往往使成品的酒精度指标有所浮动。为了使产品的质量较均一，在控制过程中采用稳定的标准化的操作工艺，搭配使用原料无疑是比较

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

理想的。另外，各厂的实情不同，因此，在使用本方法时应根据实情进行应用。我厂在使用微机控制锥罐发酵过程中，成品指标较稳定，见表6。

表6

工艺方法	罐号	成品啤酒理化指标			
		酒精度(%)	发酵度(%)	总酸	色度
采用工艺2，降温	6#	3.785	61.0	1.8	0.47
进入后处理阶段的	4#	3.845	61.8	2.6	0.41
糖度为 3.9°B_x	11#	3.785	61.7	2.4	0.41
使用此工艺的18个罐次的平均值		3.8	62.1	2.4	0.4

由于本方法采用的是糖度表测量，并且原麦汁浓度时会有波动，加之如果是在传统工艺中，下酒状态的不稳定(酵母的强状与否、下酒温度的高低)都将影响预测数据的准确性。因此就要求使用的糖度汁必须先送入化验室进行较正，糖化操作及发酵操作严格，稳定，酵母使用代数在7代以内等等。根据我们两年来的实践表明，预测成品酒精度误差皆在0.1范围以内，成品质量均一程度较高，收效显著。

4 结束语

不同的方法(工艺、或菌种)，所酿制的啤酒有其各自的特点和最适发酵度上的最佳口感发酵度过高、过低都将影响其口感的丰富性和独特性。如果过高将使啤酒口味过分淡薄、无味。如果过低，将使啤酒口感不爽、发粘、发甜、甚至会使其他一些味道突出。因此，掌握发酵度是提高啤酒质量的一个关键。发酵度适当，则可以使所酿制的啤酒达到一个较完美的境地，可以使其灵活地适合于不同的地区、不同人的需要。

参考文献

[1] 啤酒工艺手册(上)
[2] 齐志道。啤酒生产指南(下)

An Elementary Study into the Controlling of Attenuation of the Beer

Wu Yongyang　*Yan Rong*

Abstract

How to control the attenuation of the beer reasonably and accurately is studied from fermentation control with the quantitative concept. It is shown through practice that the relation between the apparent sugar content and alcohol strength can be determined according to the fixed connection of the beer. Therefore, the foretell-method can be simplified, and the alcohol strengh and the attenuation of the beer can be foretold and controlled accurately and easily.

Subjectwords: Beer; Attenuation

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net