

低度啤酒的工艺简介

目前国际上已公认啤酒是一种营养食品，因而产量不断增长。据估计1980年全世界的啤酒产量已近9000万吨。而啤酒的酒度正向低度方向发展。

在英国，啤酒的种类很多，既有淡色啤酒也有浓色啤酒，有原麦汁浓度较低的（7~8°p）也有较高的（20°p以上），有苦味重的（45苦味单位以上）也有苦味轻的（13~15苦味单位*）。但目前在英国，大量的淡色底面发酵啤酒（lager）中的大部分品种是原麦汁浓度为8°p的啤酒，而且英国许多苦味轻的淡色上面发酵啤酒（Ale）的原麦汁浓度也在8°p左右。英国全部的淡色底面发酵和上面发酵啤酒的平均原麦汁浓度徘徊于9.5°p左右。许多英国上面发酵啤酒的酒精含量低于3%（体积百分浓度，下同）。

瑞典的情况基本相同。1975年21%的瑞典啤酒的酒精含量低于2.25%、7%的啤酒的酒精含量低于3.5%。在瑞典，酒精为2.25%的啤酒由于税率的区分，其成本较4.5%酒精含量的啤酒低38%。

1978年丹麦9%的销售啤酒的酒精含量低于2.8%。在北部德国，2.6%酒精含量的啤酒占有重要市场。

在瑞士有一专利，通过淀粉葡萄糖苷酶（amyloglucosidase）的使用，使麦芽汁中的糊精全部转化为葡萄糖，所以能生产出一种几乎没有碳水化合物的啤酒。这种啤酒具有和普通啤酒相接近的酒精含量，但其原麦汁浓度确比普通啤酒要低1/3左右。这是一种低热量啤酒。目前美国的低碳水化合物啤酒的销售量已占全部啤酒销售量的12~15%。在澳大利亚，低度啤酒的发展也很快已占全部啤酒销售量的9%。下列二表说明澳大利亚和美国的低度啤酒的成分。

1980年在墨西哥城召开的美洲酿造师协会（MBAA）93届年会也讨论了这一趋势，并且

10种澳大利亚的低度啤酒（1980年） 表 1

	最高值	最低值	平均值
酒精重量百分比	2.91	0.51	2.32
体积百分比	3.71	0.64	2.90
原麦汁浓度°p	8.8	6.10	7.68
真正浓度%	5.0	2.15	3.11
真正发酵度%	70.3	17.50	58.75
苦味（苦味单位）	25.8	16.5	20.9
每立升的热量(千卡)	330	243	290

10种美国低热量啤酒 表 2

	最高值	最低值	平均值
酒精重量百分比	3.38	2.26	3.05
体积百分比	4.29	2.87	3.86
原麦汁浓度°p	10.4	5.6	7.63
真正浓度%	3.87	1.03	1.59
真正发酵度%	86.2	69.5	79.8
苦味（苦味单位）	20.0	9.0	12.4
每立升的热量(千卡)	386	200	277

认为到2000年时虽然目前那种（酒精含量3.3~3.8%原麦汁浓度10.5p~12°p，苦味单位12~18）类型的啤酒仍将在市场占有重要地位。但酒精含量为1.8~3.0%（重量），原麦汁浓度为6°p~8°p的低度啤酒将更为普遍。

这种对低度啤酒的需要主要是从饮食卫生的角度提出的。人们不愿由于从食物中摄入过多的热量而导致肥胖，这是低热量啤酒应运而生的原因。另外出于对酒精摄入量的控制则是更重要的因素。通过研究，发现人们在喝了啤酒或蒸馏酒之后，在二者的酒精吸收率之间存在着差别。Picndle综合有关各种酒精性饮料在酒精吸收率方面的20个研究，证明人体对啤酒中酒精的吸收率低于对葡萄酒及蒸馏酒中酒精

* 麦汁浓度°p (plato) 为浸出物度数，相当于重量百分浓度。

** 苦味单位为啤酒中苦味物质含量的通用表示方法。单位为α-酸mg/l。

的吸收率。而且大量的证据说明：人体以啤酒形式摄入一定量的酒精后血液中酒精的最高含量(以后简称血醇)是低于以葡萄酒或蒸馏酒形式摄入同量酒精后的最高血醇含量的。这个结论也得到了加拿大饮料酒研究委员会所作实验的证实。这些都说明低酒度饮料不易致醉的原因。所以美国的葡萄酒厂也已生产酒精为5%并饱充了CO₂的罐装葡萄酒清凉饮料，以便和啤酒厂相竞争。

关于人体内血醇含量究竟达到多少才能致醉，也有各种不同的说法。各国对司机允许达到的最高血醇含量也有不同的规定。世界上有许多法医认为人体的血醇含量达到0.15%即可显示酒醉。因之某些国家对司机的血醇限制在0.08~1%，而澳大利亚对司机的血醇限制量为0.05%。可是从表3、4可以看出在饮用不同酒精含量的啤酒后人体内血醇的含量也存在着区别。

当饮用一定份数12盎司5.4%（容量）
酒精的啤酒时的血醇量 表 3

体重磅数	在1小时内饮用次数（*）			
	1	2	3	4
100	0.025	0.075	0.115	0.145
120	0.025	0.055	0.095	0.125
140	0.015	0.045	0.075	0.105
160	0.015	0.035	0.065	0.095
180	0.005	0.035	0.055	0.085
200	0.005	0.025	0.045	0.075

（*）已考虑到每小时由肝、肺及肾的平均除去量。此表是由North Carolina 大学的酒精研究中心发表的。

当饮用一定份数12盎司2.7%酒精
（体积）的啤酒时的血醇量 表 4

体重磅	1小时内的饮用次数（*）					
	1	2	3	4	5	6
100	0.01	0.025	0.050	0.075	0.095	0.115
120	0.01	0.025	0.040	0.055	0.075	0.095
140	0.01	0.015	0.030	0.045	0.060	0.075
160	0.01	0.015	0.025	0.035	0.050	0.065
180	0.01	0.010	0.020	0.030	0.043	0.055
200	0.01	0.010	0.017	0.025	0.035	0.045

（*）数据是由酒精研究中心所提表3的测定值计算而得的，所以是接近值。

由表3可以看出体重低于190磅的人不能在1小时内消费24盎司（约0.7升）以上的5.4%酒精含量的啤酒，否则血醇就会超过0.05%。而从表4可以看出体重70公斤（约154磅）的能在1小时内喝5×12盎司（约1.8升）2.7%酒精含量的啤酒后血醇含量不会超过0.05%。当然每个人的肝、肾等脏器的功能是不同的，所以上表所列的数据也会有些变动，但确进一步说明低度啤酒的好处。

低度啤酒的制造工艺各国也都在加以研究。问题在于要使低度啤酒具有消费者能接受的风味及其他感官指标。蛋白质、酒花树脂及其它胶体物质都是啤酒的酒体组成份，而且对啤酒泡沫形成也有好处。所以在制造低度啤酒时要设法保存这些物质。下面是几种主要的制造低度啤酒的方法。

1. 采用路氏类酵母（*Saccharomyces ludwigii*）发酵：

路氏类酵母是一种能发酵葡萄糖、果糖、蔗糖，但不能发酵麦芽糖的酵母。如用路氏类酵母来发酵麦汁就只能生成少量的酒精。因为由麦芽及部份穀物辅助原料所制成的麦汁的全部浸出物中葡萄糖、果糖、蔗糖的总量约占10~15%。如用路氏类酵母发酵6~7°p的麦汁，其最大的酒精产率将为0.4~0.5%（重量）。假如用7°p的全麦芽制成的麦汁并加3%的蔗糖，然后加路氏类酵母发酵，这样可以得到酒精含量约为2%（重量）或2.5%（容量）的啤酒。也可以用14°p的麦汁加6%的糖，然后加路氏类酵母在10~15℃发酵，发酵完后经冷却贮存再以饱和了CO₂的稀释用水以1:1的比例稀释也可得到同样的啤酒。

这种方法的优点是：酒精含量较易控制，而且泡沫及口感也不错。但是需要另设一套酵母培养设备，要和啤酒酵母分开发酵。另外在成品啤酒中会残留些麦芽糖或麦芽三糖，其含量可能稍高于正常的啤酒，这就有使啤酒稍具甜味的可能。

2. 控制发酵度：

以正常的麦汁（最好是全部用麦芽制成的）

在低于 8℃ 的温度发酵至所需达到的酒度，然后迅速将发酵液冷至 0℃ 以停止发酵，並以过滤的方法除去酵母，将滤去酵母的发酵液在低温贮存就可基本上“冻结”此种啤酒的成份。这种方法比较简单，但是残留的糖份较高容易使啤酒稍带甜味，而且成品啤酒需经严格的巴氏灭菌，否则容易引起微生物的生长繁殖。

3. 高温糖化法：

有二种高温糖化法。这二种方法的相同点是都避开了糖化的最适温度—55~65℃。

第一种方法的原料是100%的麦芽或者是麦芽和一小部分的谷物糖浆，但所用的麦芽必须是溶解良好的。麦芽粉在75°~78℃的温度下和水混合成醪，並在此温度保持一定的时间以分解淀粉（直至与碘液反应不变色）。在滤过槽中于76~77℃的温度下进行过滤及洗槽。用这种方法制成的麦汁透明度稍差，但无损于啤酒的稳定性。由于采用高温糖化，麦汁的真正发酵度降至42~46%左右。所以用这种方法制成的8.5p的麦汁在发酵后其酒精含量可限制在2.4~2.5%（体积）。当然也可以将麦汁的浓度提高，然后再仿照高浓度酿造所用的方法按比例稀释。

第二种方法所用的原料是麦芽或麦芽加部份谷物辅料原料。糖化过程按照图1的时间表进行。如果采用全部麦芽的配料方式，就应用沸水代替沸腾的稀煮醪来和麦粉醪混合，並迅速地使全部醪液的温度越过β-淀粉酶的最适作用温度。

按照图1的糖化过程所做的二次酿造试验

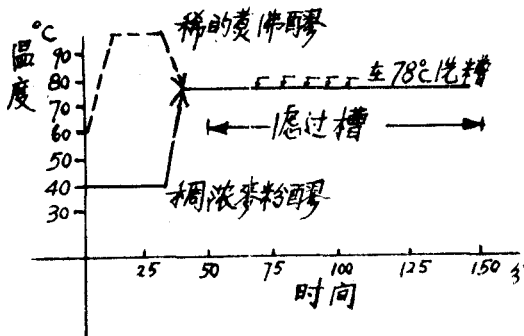


图1 形成糖最少的澳式糖化法

的分析结果列于表5中。将这二次酿造试验的啤酒混合后並以每100份混合啤酒加44份稀释用水的比例调合成低度啤酒，这种低度啤酒的分析结果也列于表5中。这种方法生产的低度啤酒具有较正常的风味，但其稳定性较正常的啤酒稍差，如果采取一些措施也可改善稳定性。另外必须注意的是：稀释用水要经过除氧，灭菌，饱充CO₂等过程处理。当然也可以用这种方法制成7.5~8.0°p的麦汁，这样就不需要稀释了。

高温糖化法酿成的啤酒分析结果 表5

	第一次酿造	第二次酿造	二次酿造混合 並经稀释的啤酒
浸出物来源	2/3 麦芽 加 1/3 谷物		
酒精% (重量)	2.77	2.70	1.92
酒精% (容量)	3.58	3.49	2.46
真正浓度%	5.66	6.04	4.02
蛋白质%	0.34	0.32	0.23
原麦汁浓度p	11.1	11.4	7.8
真正发酵度%	49.0	47.0	48.7

4. 稀释法：十分明显，任何较高酒度的啤酒都可以稀释制成较低酒度的啤酒。但是必须注意的是：应该采用麦芽用量及酒花用量大的原料配比，否则就会使稀释了的啤酒口味淡薄。表6的结果说明此点，用3.62%（重量）酒精含量，0.32%蛋白质和3.85%真正浓度这样组成份的啤酒所稀释成的2.5%（容量）酒精的低度啤酒口味淡薄。因为它只含0.17%的蛋白质及2.05%的真正浓度，这是低于一般低碳水化合物啤酒的数据。

用一般的底面发酵啤酒所稀释成2.5%（容量）

酒精含量的啤酒的组成 表6

	一般的底面 发酵啤酒	用一般的底面 发酵啤酒稀释 成的2.5%酒 度啤酒	一般的低碳 水化合物啤酒
原麦汁浓度°p	10.91	5.82	7.32
真正浓度%	3.85	2.10	1.47
酒精% (重量)	3.62	1.98	3.01
酒精% (容量)	4.58	2.50	3.82
蛋白质%	0.32	0.17	0.26

5. 巴赖尔专利 (Barrell Patent):

此专利的工艺过程如图2所示。用二种麦汁

同时进行发酵,二种麦汁的苦味单位、色度和pH相同,二种麦汁的原麦汁浓度不同,麦汁A是正常浓度的,而麦汁B的浓度是麦汁A经发酵后所具有的外观浓度。这二种麦汁同时完成发酵,而且由麦汁A发酵所产生的CO₂和它其挥发性的付产物被注入于麦汁B的发酵罐中,因此麦汁B的发酵液中含有和麦汁A发酵液中基本相同的CO₂及挥发性付产物(酒精除外)。用这种方法制成的低度啤酒具有正常啤酒的特点。

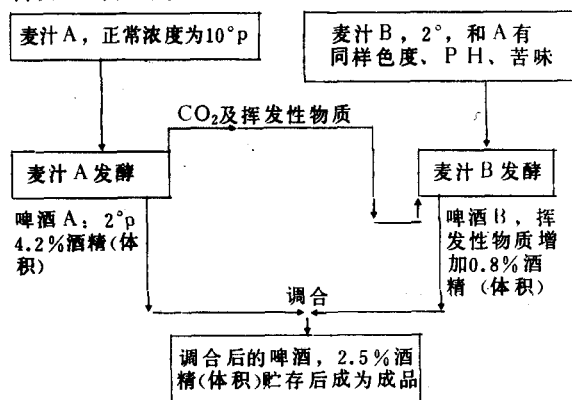


图2 巴赖尔专利工艺流程

6. 用蒸馏除去酒精: 图3是用啤酒厂煮沸锅除去酒精的工艺流程。在禁酒年代啤酒厂用这种方法生产酒度在0.5%以下的啤酒。如果要含4.0~4.5%酒精(体积)的啤酒脱酒精,可用热水先将煮沸锅充满使用体积的30%,然后将热水煮沸,将要处理的啤酒慢慢加入保持稳定的沸腾,在煮沸过程中不时加些酒花来控制泡沫的形成和补充由于加热沉淀所引起的苦味物质的损失。如果要将酒精降至0.5%以下,需要蒸发掉全部使用体积30%的液体,所以在煮沸开始时必须加一定量的水,以避免加热引起的损害。

改良的办法是采用脱酯器和脱醇器相结合的蒸馏系统,在脱醇前啤酒中的风味物质先经脱酯器收集并回加至已脱醇的啤酒中。由于是在真空减压的条件下蒸馏,所得的啤酒风味较好。由于有些消费者仅需啤酒发酵时的代谢产物及习惯于啤酒的风味,但不能饮用酒精。所以英国正在生产一种无酒精啤酒,一种牌子叫Barbican的啤酒是用9.5°P的麦汁经发酵后

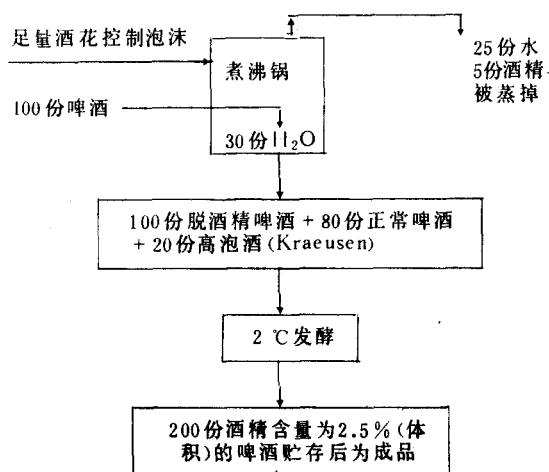


图3 用煮沸锅脱酒精生产低度啤酒

用真空蒸馏除去酒精,并补入挥发性风味物质及部分增加黏度的物质所制成的。加拿大有一种采用脱酯器及脱醇器的工艺如图4所示。

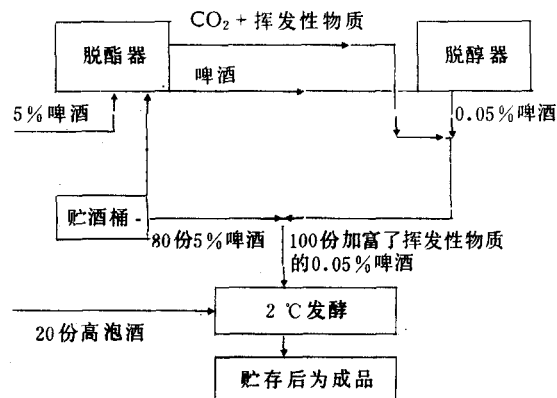


图4 用脱酯器脱醇器生产2.5%酒精(体积)啤酒的流程

加拿大是用11~11.5°P的麦汁酿造正规的啤酒,麦汁在制备时限制糖的形成。据说用这种方法生产的低度啤酒的风味令人满意。另据德国的Krüger报导:采用一种离心式蒸发器(Alfa Laval Centri-Therm)在超短时间的接触下蒸发(真空度为30毫米汞柱,温度30°C),这种蒸发器在1秒内可使啤酒的酒精降至2%以下,同时除去8~15%的水。用超短时间蒸发生产的低度啤酒与正常啤酒相比较时,存在的差别是pH稍高;泡沫稍差,香气单一,口感稍差。

7. 反渗透与扩散:

反渗透法是采用一种半渗透膜(主要是醋

简介

用果胶溶解酶 (Rapidase C 10) 提取香蕉汁时, 出汁率 88%, 钙—硫酸 (Calco-sulfurique) 提取法的出汁率为 83%。这两种方法都可从食用香蕉和酿酒香蕉中提取果汁。

不同种的香蕉即食用蕉和酿酒蕉, 果汁提取量相同。

提取条件相同时; 酶促法提取的酿酒香蕉汁, 其褐变敏感性低于食用香蕉汁。

钙—硫酸提取法所得果汁, 色泽不变。

导言

用钙—硫酸法提取时, 使用的是原产于拉丁美洲的比利时食用蕉 (商品名 Chiquita)。

中非 (布隆迪, 卢旺达, 坦桑, 乌干达, 扎伊尔) 产的成熟度稍有不同的 *Musa accuminata*, COLLA 等酿酒蕉, 其出汁率高于食用蕉。为消除这种不平衡, 在提取卢旺达酿酒蕉果汁时, 我们在其它条件相同的情况下采用酿造提取法, 果汁浑浊, 但粘度低, 具有鲜蕉的香味, 是一种很好的饮料。两种香蕉都可用酶促法提取果汁。

两种香蕉汁

提取法的

对比研究

酸纤维素、聚酰胺或聚苯并咪唑酮), 并在高压下将啤酒用泵注入此类膜中, 膜允许水及其它很小的分子通过但较大的分子被留在其中。反渗透膜对盐类的反回率要求为 90~99%。反渗透法的工艺流程见图 5, 其生产的啤酒的分析结果见表 7。用这种方法生产的低度啤酒风味很接近于正常啤酒。但是在进行渗透操作时会损失一些小分子的有机酸、高级醇、酯类以及醛类, 还存在膜的堵塞或处理时温度上升等问题。为了减轻膜的堵塞, 可以将啤酒稀释后再处理。

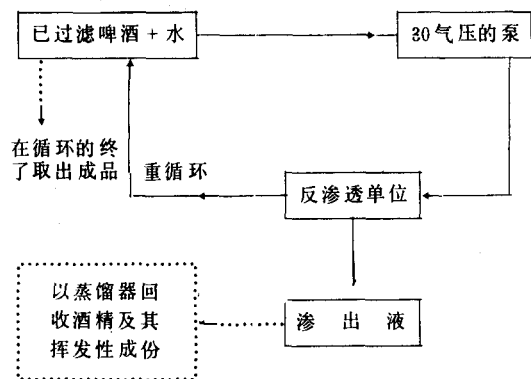


图 5 反渗透法生产低度啤酒

反渗透前后啤酒成份分析 表 7

	原来的啤酒	降低了酒精的啤酒*
酒精 % (容量)	5.08	2.16
真正浓度 %	4.80	4.54
原麦汁浓度 %	12.33	7.81
pH	4.25	4.36
总酸度 %	0.132	0.12

*: 100 份原来的啤酒得到 40 份浓集啤酒, 将此 40 份浓集啤酒用 60 份水稀释至原来的体积。

另一种新的降低啤酒中酒精含量的方法是利用一种合适的膜使酒精能有选择性地通过此膜扩散出来。酒精通过膜扩散至和啤酒的酒精浓度存在差别的冲洗液中。可以调节啤酒和冲洗液的流率来正确控制所需脱去的酒精量。这种方法已能大量地处理啤酒, 而且具有啤酒的风味较正, CO₂ 未损失, 能源省等优点。

上述的各种方法中, 超短时间蒸发和反渗透所需的能源较大成本也较高, 其它各种方法较易实现。

戴仁泽编译