

# 超高浓酿造技术的研究及其在啤酒中试生产中的应用

任海波<sup>1</sup>,王德良<sup>2</sup> 杨海燕<sup>1</sup>

(1.新疆农业大学食品科学学院,新疆 乌鲁木齐 830052; 2.中国食品发酵工业研究院,北京 100027)

**摘要:** 以啤酒酵母 F 为原始菌株,以氦氖激光-氯化锂复合诱变,配合高浓驯养,最终得到一株能较好适应超高浓发酵的高浓啤酒酵母菌株,连续 8 代驯养,其各项指标均优于原始菌株。研究该菌种的超高浓度酿造(18~20°P)的糖化、发酵及过滤后稀释工艺,进行了超高浓发酵的小试和中试实验(100 L)。并对超高浓酿造稀释啤酒(12°P)进行了理化指标测定及感官品评,结果表明,超高浓酿造啤酒酯香明显,口感清爽,口味纯正。

**关键词:** 啤酒; 啤酒酵母; 超高浓酿造

中图分类号:TS262.5;TS261.1;TS261.4 文献标识码:B 文章编号:1001-9286(2007)01-0059-03

## Research on and Application of VHG in 100-L-Scale Beer Brewing

REN Hai-bo<sup>1</sup> WANG De-liang<sup>2</sup> YANG Hai-yan<sup>1</sup>

(1.Xinjiang Agricultural University,Urumqi Xinjiang 830052; 2.China National Research Institute of Food and Fermentation Industry,Beijing 100027,China)

**Abstract:** Beer yeast F was used as original strain,, then after He-Ne laser-LiCl cooperative mutagenesis and the domestication under high alcohol and osmotic pressure, a beer yeast strain with good adaptability for VHG fermentation was obtained and each index of such strain after eight-generation domestication was better than that of original strain. Besides, the mashing, fermentation and post-dilution process under high gravity brewing(18~20°P) of such strain in lab and pilot plant (100 liters) test were investigated respectively, and the physiochemical indexes of the diluted beer (12°P) by VHG were measured and beer taste was evaluated, the results showed that beer produced by VHG had significant ester aroma and pure and clean taste.

**Key words:** beer; beer yeast; very high gravity brewing (VHG)

啤酒高浓度酿造是指在啤酒酿造过程中糖化得到较高的麦芽汁浓度(14°P以上),然后根据现有设备的生产能力,在糖化以后的工序中再加水稀释到正常浓度(10~12°P)。对于18°P以上的麦汁称为非常高浓麦汁(VHG),即超高浓度麦汁。采用此项技术可以提高糖化、发酵等设备的利用率,在不增加糖化、发酵等设备的基础上提高产量。目前在北美洲,采用高浓酿造方式生产的啤酒已经超过了传统酿造方式,麦汁浓度和稀释率逐渐提高,已经分别达到18%~24%和60%<sup>[1]</sup>。此项技术也是国内推广的12项新技术之一。

超高浓酿造采用如此高的麦汁浓度,给糖化工艺、酵母选育、发酵技术、稀释水的处理等方面带来了一定的难度,尤其在酵母选育方面显得尤为关键。由于激光照射酵母菌,可产生光、电、热、压力和电磁效应,直接或

间接地影响酵母菌引起细胞DNA或RNA改变,导致酶的激活或钝化,进而引起细胞分裂和细胞代谢活动的改变。而诱变剂的复合处理会呈现一定的协同效应。传统的理化因子对微生物的诱变作用强,但正变率低,激光辐照微生物进行诱变的正变率高,两者复合处理,会取得更好的诱变效果<sup>[2]</sup>。

针对以上情况,本文对酵母选育及酿造工艺方面进行了研究。我们依靠He-Ne激光和氯化锂复合诱变,配合高浓驯养手段,最终得到一株能较好适应超高浓发酵的高浓啤酒酵母菌株,并连续8代培养。经过对超高浓稀释酒的品尝认为,超高浓酿造的酒体清亮,泡沫细腻,口味更加清爽纯正。

### 1 材料与方法

#### 1.1 材料

收稿日期:2006-09-18

作者简介:任海波(1981-),男,新疆人,硕士。

通讯作者:王德良,wdlpost@163.com

酵母: 啤酒酵母 F(*Saccharomyces carlsbergensis*), 中国食品发酵工业研究院酿酒部实验室保藏。

原料: 普通麦汁, 中试设备制备; 全麦麦汁, 实验室小型糖化仪制备。

仪器: 糖度计, WYT-4 型; 分光光度计, UV-2401 PC; 生物显微镜, BH-2 Olympus; 激光仪, SJ-8 He-Ne Laser; 气相色谱仪, GC-9900; 溶氧测定仪, Olympus 3650; 中试设备, D-8050 Freising 德国进口 100 L 自动生产线。

## 1.2 分析方法

### 1.2.1 激光-氯化锂诱变

用 He-Ne 激光照射处于对数生长期的酵母菌悬液, 照射时间分别为 10 min, 30 min, 60 min, 适当稀释后涂布于含 0.3% LiCl+8% 酒精 + $1.5 \times 10^{-4}$  双乙酰的平板培养基。最后做发酵栓实验<sup>[3]</sup>。

### 1.2.2 酵母的指标测定

CO<sub>2</sub> 失重、发酵速度和发酵周期、耐酒精度、双乙酰和发酵度, 以上分析方法见文献[4]; 风味指标, 气相色谱测定。

### 1.2.3 高浓麦汁常规分析

浓度、色度、pH、总酸、总氮、-氨基氮和总多酚。分析方法见文献[4]。

### 1.2.4 成品啤酒的指标分析

分析方法见《啤酒分析方法》啤酒工业国家标准 GB4927-2001。

## 2 结果与分析

### 2.1 酵母选育

为了得到一株能够适应超高浓发酵的菌株, 采取诱变结合驯养手段, 并检测酵母的遗传稳定性。激光-LiCl 复合诱变后平板菌落计数照射 10 min, 30 min 和 60 min 的致死率分别为 25.4%, 55.6% 和 73.0%。由于出发菌 F 不能在含 8% 的酒精 + $1.5 \times 10^{-4}$  双乙酰的平板培养基上生长, 因此可以认为在此培养基上生长的菌落有可能为突变菌落。在突变株的选择方面, 诱变程序的选择在诱变育种中占据了很重要的地位, 因此挑取菌落做三角瓶发酵实验。经过连续 8 代培养, 突变株 F20 能够较好发酵, 其发酵速度、双乙酰值、发酵度、发酵液风味指标都达到了要求, 同时其遗传性也较稳定, 结果见表 1。

### 2.2 糖化和发酵工艺

根据测定糖浆的氮源含量和可发酵性糖的组分, 无机离子及其他影响糖浆质量的指标, 认为大麦糖浆比较适合用于高浓酿造。采用浸出糖化法制备普通麦汁(以大米为辅料), 同时在煮沸过程中添加大麦糖浆来制备

表 1 三角瓶发酵栓实验结果

项目	对照 F	诱变菌 F	F 第 8 代
原浓(°P)	19	19	19
失重(g)	15.1	17.0	17.5
发酵周期(d)	9	8	8
双乙酰(mg/L)	0.124	0.060	0.053
酒精度(%Vol)	6.45	6.79	6.82
发酵度(%)	66.71	68.47	67.31
高级醇(mg/L)	98.2	89.1	91.2
乙醛(mg/L)	11.67	9.05	7.51

超高浓麦汁。麦汁浓度定为 20°P。

糖化工艺: 采用 45 投料, 50 蛋白休止, 65 糖化。对高浓麦汁的常规指标进行了测定, pH、-氨基氮含量、多酚物质、总氮等都达到指标要求。-氨基氮含量大于 280 mg/L, 可以满足啤酒酵母的生长需要。另外, 为了改善啤酒最终的风味协调性, 我们适当地调整了麦汁中麦芽糖、氨基酸和金属离子的组成<sup>[6]</sup>。

由于麦汁浓度与氧的溶解度成反比例关系, 因此高浓麦汁中要加大通氧量, 以  $1.0 \times 10^{-5} \sim 1.2 \times 10^{-5}$  为宜。加大酵母的接种量, 否则会造成酵母发酵迟缓, 还原双乙酰速度减慢, 双乙酰峰值升高的现象。满罐酵母数为  $(2.0 \sim 2.5) \times 10^7$  个/mL。提高发酵温度, 14 主发酵<sup>[9]</sup>。

### 2.3 降糖情况

超高浓 20°P 发酵, 跟踪测定糖度变化, 7 d 后降糖基本完成, 其结果见图 1。

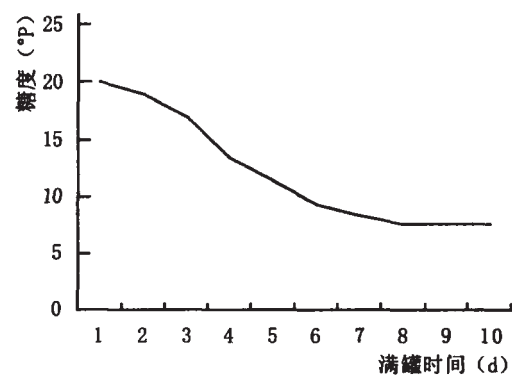


图 1 20°P 发酵降糖曲线

### 2.4 酵母细胞数变化

镜检结果酵母细胞形态正常, 发酵 3 d 酵母繁殖达到高峰期, 其结果如图 2 所示。

### 2.5 双乙酰变化

高浓发酵中双乙酰还原快, 5 d 内即能达到  $1.0 \times 10^{-5}$  以下, 其结果见图 3。

### 2.6 过滤稀释

本实验所用稀释水为燕京啤酒厂制备的脱氧稀释水。采用过滤后稀释工艺。为了保证啤酒的非生物稳定性和风味稳定性, 过滤时添加了硅胶、抗坏血酸等添加

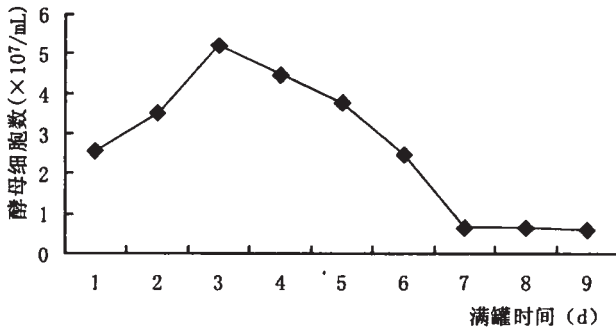


图2 高浓发酵中酵母细胞数的变化

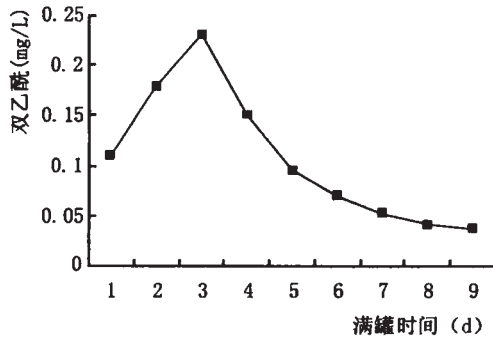


图3 高浓发酵中双乙酰的变化

剂。过滤表明,高浓啤酒过滤速度和浊度控制与普通啤酒相近,其他方面的指标也均能达到要求。

## 2.7 成品酒

### 2.7.1 常规指标分析

对高浓成品酒(12°P)进行理化和卫生指标分析,结果表明,各项指标都正常,见表2。

表2 高浓成品酒(12°P)指标分析结果

项目	含量	项目	含量
色度(EBC)	5.0	双乙酰(mg/L)	0.02
泡持力(s)	180	酒精度(%Vol)	3.8
浊度(EBC)	1.0	真正发酵度(%)	65
CO <sub>2</sub> (%)	0.4	大肠菌群(个/L)	<3
总酸(mL/100mL)	2.0	细菌总数(个/mL)	0
pH	4.6		

### 2.7.2 品评试验

高浓稀释酒(12°P)经品尝,酯香味突出,口感清爽,口味纯正。原酒和稀释酒的风味物质含量见表3。

## 3 结论

### 3.1 经过激光和氯化锂复合诱变并传代驯养的酵母可

表3 高浓酒(20°P)及成品酒(12°P)的风味物质含量(mg/L)

风味物质	12.0°P	20.0°P
乙醛	3.077	5.639
DMS	0.034	0.060
乙酸乙酯	20.597	35.592
乙酸异丁酯	0.041	0.104
乙酸异戊酯	1.845	3.210
己酸乙酯	0.087	0.152
辛酸乙酯	0.237	0.375
正丙醇	7.949	14.917
异丁醇	9.676	18.196
异戊醇	48.495	79.394

以适应超高浓度发酵,它具有耐高酒精度、高渗透压的特性。降糖正常,还原双乙酰迅速。在多次的回收利用中仍保持着优良特性。

3.2 在发酵过程中要适当调整发酵工艺,如增加酵母的接种量,适当添加酵母营养物,提高发酵温度,增加麦汁通氧量等,提高发酵速度,保证发酵的正常进行。

3.3 超高浓酿造稀释啤酒与常浓啤酒相比较,它带来的经济效益比较可观。而酒本身也具有较高的非生物稳定性和较强的抗氧化性等特点。口感更清爽,口味纯正。在啤酒向着淡爽化方向发展的形势下有着较好的应用推广前景。

3.4 在中试生产初步成功的基础上,我们认为可以将这种超高浓酿造技术进一步应用于啤酒大生产。

### 参考文献:

- [1] R.McCaig, J.McKee, E.A.Pfisterer and D.W.Hysert. Very high gravity brewing[J].The American Society of Brewing Chemists, 1992, 50(1):18-26.
- [2] 张智维,杨辉.He-Ne激光对啤酒酵母的影响[J].酿酒, 2004, (9):94-95.
- [3] 王卫卫,任鹏康,少根根霉-亚麻酸高产菌株选育及发酵条件优化[J].菌物系统, 2002,21(1):92-97.
- [4] 管敦仪.啤酒工业手册[J].北京:轻工业出版社,1982.
- [5] 樊伟,余俊红.高浓酿造技术在啤酒工业中的应用[J].酿酒, 2003, (3):101-104.
- [6] Omar S.Younis,Graham G.Stewart. Designing a high-gravity wort(20°P) for controlled beer flavour matching[J].EBC Congress,1999,37-44.

## 2006年法国葡萄酒出口将创历史新高

本刊讯 据悉,2006年法国葡萄酒与烈性酒的净出口额(减去同类产品进口额)预计达80亿欧元。根据法国海关迄今的进出口统计,2006年法国白兰地的外销量创历史最高记录,对亚洲市场的销量尤其可观。2006年法国香槟酒外销情况也相当不错。法国葡萄酒在经历了两年困难期后,2006年的出口量恢复到两年前的水平。在国际市场上,位居世界葡萄酒出口第一和第二的意大利和澳大利亚,2006年仍然维持原有的市场份额。意大利在国际葡萄酒出口市场所占的份额在30%,其次是澳大利亚,法国位列第三,市场份额为14%。(容)