

酿酒活性干酵母在酒精生产中的应用

钱世凯¹, 许引虎¹, 雷锦成¹, 刘代武²

(1.吉林燃料乙醇有限公司, 吉林 吉林 132101; 2.安琪酵母股份有限公司, 湖北 宜昌 443003)

摘要: 酿酒活性干酵母应用于酿酒行业和超级酿酒酵母应用于酒精浓醪发酵, 不仅是我国酿酒工业的技术革命, 而且极大地推动了酒精行业的技术快速发展。目前, 酿酒活性干酵母广泛应用于酿酒工业和酒精的浓醪发酵以及燃料酒精工业。针对酒精生产原料的变化, 酒精生产工艺的不同, 酿酒活性干酵母的适应性和发酵浓度将会提高; 酵母对温度、渗透压以及对产物、底物的抑制的敏感度将降低; 酒精生产工艺的控制要求将进一步提高, 对酿酒活性干酵母对酵母质量的要求也将更高。(孙悟)

关键词: 酒精生产; 酿酒高活性干酵母; 超级酿酒酵母; 浓醪发酵

中图分类号: TS261.1 ; TS262.2 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001- 9286(2006)09- 0071- 03

Application of Active Dry Yeast in Alcohol Production

QIAN Shi-kai¹, XU Yin-hu¹, LEI Jin-cheng¹ and LIU Dai-wu²

(1.Jilin Fuel Alcohol Co. Ltd., Jilin, Jilin 132101; 2. Angel Yeast Co. Ltd., Yichang, Hubei 443003, China)

Abstract: The application of active dry yeast in liquor-making industry and the use of super *Saccharomyces cerevisiae* in high gravity fermentation of alcohol has not only been the technical break in liquor-making industry but also advanced rapid technical development in alcohol industry. Up to the present, active dry yeast has been widely in liquor-making industry, high gravity fermentation, and fuel alcohol industry. In view of different alcohol-producing raw materials and various production techniques, active dry yeast of stronger adaptability and higher fermenting concentration were required, and yeast sensitivity to temperature, osmotic pressure, product and substrate inhibition became lower. Besides, high-standard technical control also had higher requirements on active dry yeast and yeast quality. (Tran. by YUE Yang)

Key words: alcohol production; highly active dry yeast; super *Saccharomyces cerevisiae*; high gravity fermentation

1 酿酒活性干酵母的应用

我国的酿酒活性干酵母是 20 世纪 80 年代中期出现的, 在 90 年代末期诞生了耐高温酿酒高活性干酵母, 此产品的推广被国家科技部列为国家重点推广计划。1991 年 12 月成立酿酒活性干酵母技术协作组, 在宜昌召开了第一届安琪酿酒活性干酵母技术交流会, 随后在全国举行了 6 届交流会。这 6 届交流会不断发展, 不断深化。

从组织上来看, 开始的时候是企业行为, 由宜昌食用酵母基地(现安琪酵母股份有限公司)组织应用耐高温酿酒活性干酵母的生产厂家进行, 随后得到中国微生物学会和中国发酵工业协会的重视和支持, 以后又有酿酒工业协会的支持。从第四届开始, 交流会从群众性的组织发展到由政府国家科委成果办来组织召开推广会, 由行业协会承办。这说明耐高温酿酒活性干酵母在酿酒

行业的应用已取得很大的成功。据统计, 到 1998 年, 耐高温酿酒活性干酵母在酿酒行业创造了 32 亿元的社会价值。

耐高温酿酒活性干酵母对节省粮食, 稳定工艺, 提高出酒效率, 降低能量消耗确实有效。当然耐高温酿酒活性干酵母获得广泛应用, 不仅是从这些方面提高企业的经济效率, 而且还改变了过去全能型封闭式生产模式, 成为按专业化分工生产的新模式, 简化生产机构, 从减少建厂投资中获得效益。

正如邹海晏、肖冬光 1996 年在《现阶段酿酒 ADY 应用情况的评价与对今年的建议》一文中提到: 试问酿酒行业有史以来有哪项技术能得到如此广泛的推广, 又有如此巨大的效益呢?

1997 年, 由四部委联合主办的第六届交流会在北京召开, 与会专家一致认为: 耐高温酿酒活性干酵母应用于酿酒行业是我国酿酒行业的一次技术革命。

收稿日期: 2006- 07- 19

耐高温酿酒活性干酵母的优点在于: 耐高温酿酒活性干酵母耐高酒分(酒分达 13 %Vol)、耐高温(温度高达 42℃, 在 36~38℃可正常连续发酵)、节省水、电、汽。耐高温酿酒活性干酵母在 pH3.6 左右可正常发酵, 抑制杂菌繁殖、降低发酵损失。使用方便、灵活, 省去培菌室。随时可使用、补充新种子, 开机时间缩短约 24 h; 省去培菌室投资, 减少培菌人员和菌种管理程序。

酵母活性高。繁殖快、发酵快、抗杂菌能力强。提高出酒率, 淀粉出酒率达 53%~55%。缩短发酵周期, 提高设备利用率。

耐高温酿酒活性干酵母的使用方法: 不经复水活化法; 复水后加入发酵罐法; 扩培酒母后加入法; 发酵罐内分次加满糖化醪法; 分割主发酵法; 往复式连续发酵法; 三罐主酵串联的半连续法。

2 超级酿酒酵母应用于酒精浓醪发酵

2.1 酒精行业发展的状况

酒精行业是国家不可缺少的行业。但由于发酵法生产的酒精属于高能耗、高能耗、高水耗、高污染的产品, 多年来一直又是供大于求, 产大于销, 因此它被列为国家限制性发展产品。国家经贸委 14 号令规定: 1999 年 9 月 1 日以后新建的酒精企业申请生产许可证不予受理。

近年来, 国务院决定发展车用乙醇产品, 先后批准了 132 万千升的车用乙醇项目(其中 30 万千升缓建), 迄今吉林燃料乙醇有限公司的 30 万千升项目已经投产两年多, 河南天冠燃料乙醇有限公司的 20 万千升项目已投产一年, 安徽丰原 32 万千升燃料乙醇项目部分投产。目前, 我国的酒精实际产量已超过 600 万千升。

在 2002 年以前, 国内酒精行业发酵醪的酒分基本在 9%~11 %Vol, 与世界先进水平相比, 存在很大的技术改造空间。从酒精行业(企业)的发展来看, 在激烈的市场竞争中, 抓住机遇, 推行浓醪发酵, 提高生产能力, 降低生产成本, 控制工业用水, 实现清洁生产是企业发展的关键。

《清洁生产促进法》于 2003 年 1 月 1 日开始执行, 酒精企业自身的生存压力会进一步加大, 企业只有从内部挖潜, 技术改造, 减少工艺用水和废水排放, 实现清洁生产, 才能维持生存和发展。推广浓醪技术, 实现酒精浓醪发酵, 必将推动我国酒精行业健康稳定的发展, 对促进其他领域的良性循环和可持续性发展有着深远的意义。

2.2 国内浓醪发酵技术研究的现状

在传统工艺中, 酒精发酵所用的底物浓度一般在 16%~20 %Vol 范围内, 酒度为 6%~12 %Vol, 更高的底物浓度和乙醇浓度对酵母菌的生长和发酵会产生抑制作用, 所以近年来国内外研究者致力于筛选和构建能耐更高底物浓度和酒精浓度的酵母菌, 并通过改善发酵

条件(同步糖化(SSF)和控温发酵工艺), 减小甚至消除抑制酵母生长和发酵的限制因素, 达到浓醪发酵的效果。

美国奥特齐公司提出了浓醪发酵的相关理论, 并推出了适用于浓醪发酵的酵母, 但其在中国的应用, 酒度仅达到 12 %Vol。

最近国内也对浓醪酒精发酵进行了研究。章克昌教授在 1997 年的专利中描述了一种浓醪发酵技术, 最终酒精浓度达到 13%~16 %Vol, 淀粉利用率达 90%以上, 发酵时间 50 h 以内; 赵华教授也报道了浓醪发酵, 最终酒精浓度为 13.2 %Vol, 发酵时间 72 h; 白凤武等人采用絮凝酵母进行酒精连续发酵, 发酵最终酒精浓度约 12.2 %Vol; 黄宇彤等人研究了添加 Tween 80 和麦角甾醇的高浓度酒精发酵, 最终酒精浓度达到 15.32 %Vol; 秦成国研究了玉米浓醪发酵, 最终酒精浓度达到 14.8 %Vol, 发酵时间 60 h; 毛忠贵报道了玉米糖化清液补料发酵工艺, 最终酒精浓度达 15 %Vol。这些研究成果在大生产中基本没有得到推广与应用。

安琪酵母股份有限公司于 2002 年与国内各大酒精企业以及大专院校合作, 研究浓醪发酵技术, 先后在河南天冠、华润酒精、吉林沱牌、梅河口阜康以及乾安酒精等 30 余家酒精厂家进行了不同原料和发酵工艺的浓醪技术研究, 成功地开发研制了安琪超级酿酒酵母, 解决了浓醪发酵的菌种问题, 并对浓醪生产应用技术进行了总结。

2.2.1 适宜的粉碎粒度

合适的粉碎粒度是酒精发酵的前提。绝大多数的酒精企业的粉碎粒度在 $\phi=1.6\sim1.8$ mm, 粒度过大会导致醪液糖化不完全, 造成粮耗增加; 另一方面, 粒度粉碎过细也会增加预处理的能耗。现在有部分企业采用湿法粉碎, 也取得了不错的效果。

2.2.2 高效的耐高温 α -淀粉酶和先进的喷射液化工艺的应用

随着酶制剂和液化设备的不断发展, 耐高温 α -淀粉酶和喷射液化技术在酒精企业的应用也越来越广泛, 大大降低了成熟醪中残余淀粉的含量。生产实践证明, 根据原料以及醪液浓度的不同, 最适液化酶添加量不一样, 同时添加液化酶的方式也不尽相同。二次添加方式越来越多地应用于酒精企业。试验表明, 浓醪发酵采用液化酶二次添加方式, 能达到很好的液化效果。

2.2.3 无糖化工艺

传统的糖化工艺随着糖化酶性能的提高, 已经有了更为广阔的发展空间, 无糖化(边糖化边发酵)工艺在国外酒精浓醪发酵中得到广泛的应用。从试验和生产情况来看, 一方面, 边糖化边发酵工艺使酵母和糖化酶的协同作用发挥得更加充分, 发酵时间相应延长, 可以提高

淀粉利用率; 另一方面, 糖化时间控制在 2 h 以内对于发酵结果没有明显的影响。综合考虑国内现有生产状况, 糖化时间控制在 30~60 min, 可以提高设备利用率, 减少糖化过程中染菌的机会, 同时还可以达到良好的浓醪发酵效果。

2.2.4 高性能的酵母

酵母作为发酵过程中的主要微生物, 其质量直接决定了酒精发酵的效果。安琪耐高温酿酒高活性干酵母实现了在高温环境下的发酵, 提高了发酵强度, 减少了冷却用水, 为企业带来了巨大的经济效益。

行业的技术进步以及企业自身的发展, 在酒精生产中要求有更加强壮, 性能更加优良的酵母产品。安琪酵母股份有限公司在酒精技术研究过程中, 从分子生物学技术水平, 认识酵母耐高渗、耐高温、耐高酒精的机理, 并通过先进的技术手段, 提高酵母在这些方面的能力, 使之在现有的发酵水平基础上, 达到缩短发酵时间, 降低残还原糖的目的; 相应地在提高醪液浓度后, 体现出耗糖快, 酒分高, 残糖低的特点。经过酒精企业的实践证明, 可以实现酒精浓醪发酵。

2.2.5 酵母生长条件即酒母培养

酒精企业在酵母使用过程中, 往往很重视酵母的培养即所谓的酒母培养。主要目的是缩短发酵时间和降低成本。酵母作为微生物可以通过吸取营养得到增殖, 满足一定的细胞数量以后接种发酵, 能缩短发酵时间; 另一方面, 酒母质量决定了发酵的最终效果, 长时间的酒母培养会导致酵母毒素的累积, 抑制成熟酵母酶系的合成, 从而导致发酵指标不理想。因此在酒精生产中, 合理的酒母培养方式和时间以及换种的频率, 决定了发酵连续进行的程度。

2.2.6 发酵温度的控制

高温发酵系 20 世纪 80 年代的一项先进发酵技术, 为酒精企业发展作出了巨大的贡献, 但与此同时, 高温发酵也逐渐暴露出一些弊端, 如发酵指标不稳定, 残糖不理想等, 这也是我们对于发酵的逐步认识过程。通过试验我们发现, 当醪液浓度一定时, 在 30~36 的发酵过程中, 随着温度的升高, 发酵速度加快, 效率提高, 但当发酵温度超过 40 时, 发酵效果明显下降。

2.2.7 采用合理的清洗系统控制染菌

杂菌对于酒精发酵具有很大的危害性, 尤其是对于连续发酵, 因此采用合理的抑菌剂和清洗灭菌方式决定了连续发酵的周期。

2.2.8 适宜的清液回配量

清液中存在大量的有害物质, 包括酵母自身分解后产生的毒素, 如果长时间在一个相对封闭的环境中积累, 就会导致发酵醪液的有害物质浓度过高, 从而抑制酵母活力, 影响发酵效果, 因此, 如有清液回配, 一定要

适量。

2.3 浓醪发酵的优势

酒精浓醪发酵即在酒精发酵生产过程中采用高浓度的醪液进行发酵。其目的在于: 降低能耗, 在酒精生产过程中能耗是继粮耗以外的主要成本。从粮耗上讲, 理论上淀粉的出酒率为 61.4%, 在实际生产过程中, 一般出酒率达到 54%, 即得率为 88%, 考虑酵母增殖所耗糖分, 实际已达到 90%, 为此酒精生产成本中能耗起主导作用。经验表明, 酒分每增加 1%Vol, 蒸汽用量将减少 300 kg。节约工艺用水, 目前一般酒精厂的料水比为 1.25~3.0, 采用浓醪工艺为 1.18~2.0, 吨酒精用水节约 2 t 以上。降低 DDGS 的生产成本, 提高其出率。发酵醪浓度高, 固形物含量也高, 分离、干燥费用就低, 其出率也高。减少废水量。提高设备利用率。

2.4 超级酒酵母的使用方法

2.4.1 适用原料

玉米、木薯、小麦等淀粉原料。

2.4.2 用量

按吨原料计: 0.1%~0.2%; 按吨乙醇计: 0.3%~0.6%。

2.4.3 用法

以 50 m³ 的酒母罐, 100 t 粮食原料为例。

在酒母罐中, 加 10 m³ 的水, 添加醪液, 同时投入 20 kg 安琪超级酒酵母, 通微风, 风量控制逐渐加大, 至满罐。后继续培养 6~8 h。酒母成熟指标: 酵母细胞数 2.0~2.5 亿/mL 醪液, 出芽率大于 20%。酒母罐控制温度 32。

进入发酵罐: 添加 10 kg 硫氨和 5 kg 磷铵, pH 控制在 4.0~4.5 之间, 发酵罐控制发酵温度 < 35, 满罐时, 酵母细胞数达到 2.0~3.0 亿/mL 醪液。

具体的控制参数见表 1。

表 1 工艺控制参数

时间 (h)	外观糖 (BX)	还原糖 (%)	酒度 (%Vol)	细胞出芽率 (%)
0	25.6	12.0	/	20
24	9.36	7.29	10.20	11.3
48	-0.1	0.80	14.75	8
56	-0.35	0.36	15.00	6
成熟醪液	-1.0	0.30	15.20	/

3 酿酒活性干酵母在酒精生产应用中的发展趋势

3.1 针对酒精生产原料的变化, 酒精生产工艺的不同, 酿酒酵母的适应性将会提高。

3.2 进一步提高发酵浓度, 酵母对温度、渗透压以及产物、底物的抑制的敏感度将降低。

3.3 酒精生产工艺的控制要求将进一步提高, 对酵母质量的要求将更高。●