

浓香型(泸型)大曲的研究及其应用

胡承, 鄢捷锋, 沈才洪, 王忠彦, 胡永松

(川大生命学院·泸州老窖股份有限公司食品与发酵研究所, 四川 成都 610064)

摘要: 大曲的质量对曲酒的质量和出酒率都有极大的影响。大曲作为大曲酒生产的糖化剂、发酵剂, 含有多种微生物及其产生的多种酶类。传统制曲采用自然接种, 不同发酵阶段其微生物类群亦不同。整个发酵过程中, 曲皮微生物的数量均高于曲心, 因此, 曲皮的糖化酶、液化酶活力始终高于曲心。总观发酵全过程, 微生物的活动规律与酶类的变化规律是一致的。大曲生产工艺的发展过程: (1) 传统发酵工艺——地面堆积发酵, 制曲坯的过程也是自然接种的过程, 发酵期间通过人工翻动、堆烧、开启门窗等过程来控制发酵过程中对温度和湿度的要求。(2) 大曲强化发酵技术, 制曲时, 只需在拌料时加入 0.5%~1.0% 的优质种曲, 按常规制曲, 成曲即为强化大曲。(3) 大曲架式发酵微机控制系统及制曲工艺, 采用了自动控制系统。大曲质量的好坏, 取决于生产过程各工序的质量。传统浓香型(泸型)白酒采用中温曲生产, 现也有厂家把高温曲、中温曲混合使用, 把酯化曲与中温曲混合使用的, 目的是使白酒产品更贴近市场。(小雨)

关键词: 浓香型大曲; 制曲工艺; 曲药质量; 曲药应用

中图分类号: TS262.31; TQ920.7

文献标识码: A

文章编号: 1001-9286(2004)01-0033-04

Research on Luzhou-flavor Daqu Starter & Its Application

HU Cheng, WU Jie-feng, SHEN Cai-hong, WANG Zhong-yan and HU Yong-song

(Research Institute of Foodstuff and Fermentation of Luzhou Laojiao Co. Ltd.; College of Life Science of Sichuan University, Chengdu, Sichuan 610064, China)

Abstract: The quality of Daqu starter has direct effects on Daqu liquor quality and liquor yield. Daqu, as saccharifying agent and fermentive agent in the production of Daqu liquors, contains multiple microbes and various enzymes. Traditionally, starter was produced by natural inoculation, and different biological groups presented in different fermentation stages. In the whole fermentation, the microbial quantity in starter surface was evidently higher than that in starter core. Accordingly, the activity of saccharifying enzyme and liquidified enzyme in starter surface was always higher than that in starter core. Besides, the working rules of microbes was in parallel with the change rules of enzymes. The development process of the production techniques of Daqu starter is as follows: 1. traditional fermentation techniques—ground stacking fermentation, the process of starter-making layer was also the process of natural inoculation, the temperature and humidity in fermentation was controlled by techniques such as stacking heating and opening windows and doors etc. to meet the relative requirements; 2. the intensified fermentation techniques for Daqu starter, 0.5%~1.0% quality mother starter was added in raw materials stirring in starter-making, then through routine starter-making process, and the product Daqu would turn into intensified Daqu; 3. Daqu shelf computer-controlled fermentation system and the relative starter-making techniques, which used automatic controlled system. In fact, Daqu quality was eventually determined by the proper operation of every production procedures. Traditional Luzhou-flavor liquors was produced by the application of medium temperature Daqu. Nowadays, some distilleries used mixed high-temperature starter and medium-temperature starter and mixed esterified starter and medium-temperature starter in the production just to win more consumers in market competition. (Tran. by YUE Yang)

Key words: Luzhou-flavor Daqu starter; starter-making technology; Daqu quality; Daqu application

浓香型大曲酒在我国白酒工业中占了很大比例, 四川浓香型大曲酒的质量和产量则更是在全川乃至全国占有主导地位。大曲自古就有“酒之骨”之称, 作为酿酒的动力在浓香型白酒的酿造中起着举足轻重的作用。大曲的质量对曲酒的质量和出酒率都有极大的影响。近年来, 随着现代科技的发展和运用, 人们对制曲酿酒这一传统的自然发酵机理、工艺进行了逐层深入的研究, 使原来经验式的生产逐步走向科学化、系统化、规范化。本文就大曲生产中微生物学和酶学的研究、生产工艺的发展, 大曲生产过程中质量的

控制、成曲质量标准的研究及对大曲在大曲酒发酵中的作用及其应用作一综述。

1 大曲微生物及其酶学研究

大曲作为大曲酒生产的糖化剂、发酵剂, 含有多种微生物及其产生的多种酶类, 它们构成了酿酒过程的内在动因。

1.1 大曲微生物及其变化规律

大曲中的微生物类群主要有细菌、霉菌和酵母菌。霉菌主要产生各种水解酶等酶类物质, 酵母菌则主要发酵产生酒精, 同时提供

收稿日期: 2003-09-22

作者简介: 胡承(1968-), 男, 四川人, 双学位, 副教授, 硕士生导师, 现承担国家自然科学基金、省创新基金等项目, 已发表文章 20 余篇。

多种醇、醛、酯等芳香物质,细菌特别是芽孢杆菌也可能产生水解酶类,有助于酒体中某些芳香成分的形成。

制曲采用的是自然接种。新曲中,微生物主要来自原料和环境,构成了大曲微生物的最初区系,例如,仅就分泌淀粉酶的微生物而言,在不同发酵阶段的大曲样品中就分离到72株,其中细菌37株、霉菌27株和酵母菌8株^[1]。传统大曲生产从新曲入房到出房,整个发酵过程约1个月,根据品温的不同,发酵过程大致可分为升温期、高温期、降温期和出房期。不同阶段微生物类群的变化呈不同的特点:(1)升温前期,品温从20℃升到40℃左右,是各类微生物较适宜的生长温度范围,细菌、霉菌和酵母菌数量增加很快,一般可增加100~1000倍;随着品温的继续升高,酵母菌和大多数细菌以及一些霉菌由于不能耐受高温而死亡,使微生物总数迅速下降。(2)高温期品温维持在60℃左右,这一阶段微生物数量较低,酵母菌数量几乎为零,细菌中芽孢杆菌成为唯一优势菌群,高温使微生物趋于纯培养。(3)降温期间温度回落到45℃以下时,微生物的活动再次明显活跃,特别是酵母菌数量迅速上升。(4)出房期品温逐渐接近环境温度,除酵母菌数量仍有增加外,其余微生物数量基本稳定。

经过大曲生料富集培养和高温淘汰,曲内微生物发生了定向演变,出房大曲与入房新曲相比,微生物组成有了很大的不同。细胞中芽孢杆菌占优势;霉菌中主要是根霉,其次是曲霉,酵母菌中主要是假丝酵母。另外,如表1所示^[2],整个发酵过程中,曲皮微生物的数量均高于曲心,这可归因于曲皮比曲心能接触更多的氧气,从而有利于微生物细胞的增殖。

1.2 大曲酶类及其变化规律

大曲中微生物在生长代谢过程中产生各种水解酶类,使大曲具有糖化力、液化力和蛋白水解能力。这些酶主要是由细菌和霉菌产生,因此大曲中酶类的变化规律与微生物的活动密切相关。

制曲原料本身具有一定的糖化能力,新曲入房后,品温升高,糖化酶活力下降。但随着升温时微生物大量的繁殖,糖化力迅速回升,同时液化酶开始产生,蛋白酶活力也逐渐增加。高温期由于微生物大量死亡,糖化酶和液化酶活力均缓慢下降。而蛋白酶活力基本稳定。降温期微生物活动再次增加,3种酶活力均回升。出房期微生物数量虽基本稳定,但其代谢活动并未停止,糖化酶和液化酶活力仍有所增加。

如前所述,曲皮微生物生长比曲心旺盛,因此就曲块产酶部位

来说,曲皮的糖化酶、液化酶活力始终高于曲心。但是蛋白酶则相反,曲皮部位始终低于曲心。究其原因,可能是蛋白酶主要由高温霉菌和细菌中的芽孢杆菌产生,这些菌在温度较高、湿度较大的曲心部位生长较好,因此曲心的蛋白酶活力比曲皮高。因此,在培曲过程中,即使在高温期,蛋白酶活力也能保持基本稳定。

总观发酵全过程,微生物的活动规律与酶类的变化规律表现出相当的一致性。其中有两次高潮期,第一次高潮是在升温期,各种微生物数量剧增,水解酶类积累;第二次小高潮是在降温期,部分微生物数量增加,酶活力回升。

有关其他大曲酶类物质如氧化酶、酯化酶等尚待进一步研究。

2 大曲生产工艺的发展

在认识了大曲生产过程中微生物组成、活动变化规律的基础上,人们将逐渐地结合计算机自动控制技术对其生产工艺进行控制,使传统的生产工艺有了较大的发展。

2.1 大曲传统发酵工艺——地面堆积发酵

传统的做法是人工或机械拌料制成曲坯后,堆积在地上进行自然发酵。制曲坯的过程也是自然接种的过程,发酵期间通过人工翻动、堆烧、开启门窗等过程来控制发酵过程中对温度和湿度的要求。传统方法的缺陷是单位面积产量低,生产周期长达40d以上(夏季约45d,冬季约60d),曲药质量受生产人员的经验和环境条件的影响较大,而且劳动强度大、工作环境差。

2.2 大曲强化发酵技术

该技术是通过接种纯种霉菌、酵母和细菌来强化大曲发酵。将糖化型和发酵型两大菌类分别经过三角瓶扩大培养,然后按一定比例混合制成强化种曲。糖化型种曲中一般含有黄曲霉、根霉、红曲霉;发酵型种曲中一般含有酿酒酵母、生香酵母及芽孢杆菌等。制曲时,只需在拌料时加入0.5%~1.0%的上述种曲,按常规制曲,成曲即为强化大曲。强化大曲是自然接种和人工接种相结合,其香味比普通大曲浓,断面色泽好,菌丝密,酶活力提高,而且生产周期缩短,曲药质量较稳定。但因其纯种制备及其使用的量比关系和风味问题的局限,制约了这一技术的发展。

2.3 大曲架式发酵微机控制系统及制曲工艺^[3-6]

根据对大曲微生物生态环境的研究,四川大学新星应用技术研究所设计了一个具有控温、控湿、供氧、对流等功能的微机控制系统,以模拟传统大曲发酵最佳工艺参数曲线为主,控制曲房内温度、湿度和空气交换为辅的方式来创造一个适合微生物自然生长繁殖的生态环境,并将传统的地面堆积发酵改成架式发酵。

系统选用了镍铬电阻丝或蒸汽作为加热源,并能有效实现曲架上、下、左、右各处温度的相对均匀性;用轴流降温机抽出曲房上部热空气,鼓风机送入室外新

表1 高温曲、中温曲微生物数量与发酵力比较

样品	细菌总数	芽孢菌	酵母菌	霉菌	发酵力
高温成品曲皮	4×10^7	10^7	<10	4.2×10^4	0.1
高温成品曲心	4×10^5	2×10^5	<10	8×10^5	0.1
中温成品曲皮	3.2×10^4	5.6×10^3	8×10^2	3×10^3	0.39
中温成品曲心	6.2×10^2	5.6×10^2	1.1×10^2	8×10	0.34

表2 成品曲感官鉴定标准

等级	成品曲感官鉴定标准			
	外观	断面	香味	皮张
一级	灰白色或灰黄色,穿衣好(达80%),无裂口,无杂色,无青霉感染	整齐,灰白色,菌丛生长良好,泡气,无裂口、水圈及其他杂色	具有浓而醇的特殊曲香味,无怪味	≤ 2 mm
二级	灰白色或灰黄色,穿衣好(达50%),无裂口,无杂色,无青霉感染	较整齐,80%以上为灰白色,菌丛生长较好,泡气,无裂口,有轻微水圈,无黑色菌丛和水毛	具有特殊曲香味,无怪味	≤ 4 mm
三级	大部分为灰白色,或微黄色(黑褐色菌杂色占30%以下),有轻微裂口,或有较多的完整麦粒,穿衣一般(30%以上)	不整齐,有水圈和少量黑色菌丛和水毛	有曲香或有轻微的怪杂味	≤ 6 mm
等外	黑褐色占30%以上,有裂口,穿衣差(小于30%),有青霉菌感染	不整齐,水圈重,有黑色菌丛或水毛,或有生心、大裂缝等	无曲香,有怪杂味	> 6 mm

表3 成品曲理化标准

项目	一级曲	二级曲	三级曲	等外曲
水分(%)	<14.0	<15.0	<15.0	>15.0
酸度(度)	0.5~1.3	0.5~1.8	0.5~1.8	>1.8
糖化力(mg 葡萄糖/g 曲·h)	700~1100	500~770 或 >1100	300~500	<300
液化力(g 淀粉/g 曲·h)	>1.0	>0.8	>0.6	<0.6
发酵力(g/50 ml·72 h)	>2.0	>1.5	>1.0	<1.0

注:酸度测定用中和法 0.1 N NaOH ml/g 曲,发酵力测定用 CO₂ 失重法,曲药用量 0.4 g/50 ml。

表4 成品曲微生物数量要求 (万个/g 千曲)

项目	一级曲	二级曲	三级曲	等外曲
霉菌	>100	>10	>1	<1
酵母菌	>10	>1	>0.1	<0.1
细菌	>50	>5	>0.5	<0.5

鲜冷空气来达到降温 and 供氧的目的。设有喷水机构以增加湿度并降温。曲房还安装有对流搅拌机使曲房上、下层空气对流从而调节曲房上下层温差。架式微机制曲控制系统除了按预定最佳工艺曲线启动调节装置外,还结合大曲发酵各个阶段的特点通过人机配合,操作计算机进行相应控制。因此更好地模拟出了大曲发酵的生态环境,保证发酵正常进行。

大曲架式微机控制系统已先后用于四川、贵州、甘肃几家名酒厂,经过生产实践表明,架式微机控制制曲系统生产工艺先进,成品曲含水量波动小,酶活力适度,质量稳定,优于传统地面制曲工艺;同时也改善了工人劳动环境,降低了劳动强度。

3 大曲质量的控制及其成曲质量标准的研究

3.1 大曲生产过程质量的控制^[7-8]

大曲生产质量的好坏,取决于生产过程各道工序的质量。大曲生产过程大致为:原料选择→粉碎→踩曲→曲坯入室→发酵培养→出房贮存→成品曲。生产过程的关键在于如何为微生物生长演变提供良好的温湿环境。季节气候变化、原料粉碎度、拌料加水比例、踩曲松紧度、翻曲时期和曲坯间距等都对曲块的水分、温度控制有着明显的影响。严格控制各道工序的质量有助于提高成曲的各项感官质量,并使其糖化力、液化力和发酵力稳定协调,减少质量波动。沱牌曲酒厂总结的制曲工艺各道工序的质量控制标准如下:

3.1.1 原料选择:要求无霉烂、虫蛀,无谷壳、泥沙及其他杂质,无农药污染。

3.1.2 粉碎:要求烂心不烂皮,粗细均匀,符合季节生产要求。粗碎:冬80%,夏70%,春秋75%;细碎:冬20%,夏30%,春秋25%。

3.1.3 拌料:要求拌水均匀、曲料干湿一致,无灰包,无疙瘩,曲料柔熟、不粘手。拌水量:纯小麦曲加水30%~48%;大麦、豌豆曲加水45%~58%;大麦、小麦、豌豆曲加水40%。

3.1.4 踩曲:要求曲块四角紧、中间略松,表面光滑、无裂口、提浆均匀,厚薄均匀、重量一致。

3.1.5 曲坯入室:要求4块一组,垂直竖放,曲块间距一致,无倒曲。

3.1.6 发酵培菌:要求第一次翻曲品温为40℃左右,上霉均匀,曲块变软,曲面整齐,表面无糠壳,无倒曲,间距一致,符合季节要求,翻曲做到底翻上、中翻外、外翻中,收堆后品温下降缓慢。温度控制遵循原则:前期缓(升)、中期挺(平稳)、后期缓落。

3.1.7 贮存:要求保持通风干燥,贮存3~9月内使用。

3.2 大曲成品曲质量标准的研究

传统的大曲质量等级鉴定均以感官鉴定为准。由于各地自然条件不尽相同,制曲工艺有一定差异,经验式的曲药质量标准弹性大、随意性强。为了确定一个科学、系统的制曲标准,近年来不少名酒厂特别是泸州老窖酒厂、沱牌曲酒厂对大曲的感官鉴定、理化分析及微生物数量的测定作了大量的研究,开展了不同等级的酿造对比试验,在此基础上初步制订出了一套定性、定量的行业大曲质量标准。标准由3部分组成,即感官鉴定标准、理化指标和微生物数量要求,如表2~表4。

根据生产实际可将成品曲的感官鉴定标准、理化标准和微生物指标按不同的权重最终综合评价成品曲质量,采用百分制,以感官指标为主,占60分(见表5),理化指标占30分(见表6),微生物指

表5 曲药感官鉴定评分项目及标准(满分:60分)

编号	项目	总分	A		B		C	
			特征	得分	特征	得分	特征	得分
外观 (15分)	1 穿衣	4	80%以上穿衣	4	50%~70%穿衣	3	穿衣<50%	0~2
	2 裂口	4	无裂口	4	有少量裂纹	2~3	有裂口	0
	3 颜色	3	全部灰白或微黄	3	黑色或黄褐色占40%以下	1~2	黑色或黄褐色占40%以上	0~1
	4 菌丝	3	灰白色菌丝明显,分布均匀	3	有少量青霉等杂色菌丝(<20%)	1~2	青霉等杂色菌丝较多(>20%)	0~1
	5 形状	1	规则的长方体,无变形或掉边缺角	1	曲块变形或掉边缺角(<20%)	0.5	曲块变形或掉边缺角严重(>20%)	0
断面 (18分)	6 整齐度	6	整齐	6	较整齐	3~5	不整齐	0~2
	7 菌丛	4	灰白色菌丝分布90%以上	4	有少量水毛等杂色菌丛	1~3	生心或有较多的杂色菌丛	0
	8 颜色	4	灰白色占90%以上	4	黄褐色等杂色<20%	3	黄褐色等杂色>20%	0~2
	9 水圈	4	无	4	有轻微水圈	3	水圈较重	0~2
味 (18分)	10 曲香	12	有大曲特殊香味且浓而醇	12	有大曲特殊香	6~11	曲香较淡或无曲香	0~6
	11 怪杂味	6	无	6	略有怪杂味	3~5	怪杂味较重	0~2
皮张 (9分)	12 曲皮厚度(mm)	9	≤2	9	2~4	4~8	4~6 >6	1~4 0

表6 成品曲理化指标评分及标准(满分:30分)

编号	项目	总分	A		B		C		D	
			范围	得分	范围	得分	范围	得分	范围	得分
13	水分(%)	5	≤13	5	13.1~14.0	4	14.1~15.0	3	>15.0	0~2
14	酸度(度)	2	0.5~1.3	2	1.3~1.8	1	>8	0		
15	糖化力(mg/g·h)	7	700~1100	7	500~700 或>1100	4	300~500	2	<300	0
16	液化力(g/g·h)	8	≥1.0	8	1.0~1.8	6	0.6~0.8	4	<0.6	0
17	发酵力(g/50 ml·72 h)	8	≥2.0	8	1.5~2	6	1.0~1.5	4	<1.0	0~2

表7 成品曲微生物指标评分及标准(满分:10分) (万个/g干曲)

编号	项目	总分	A		B		C		D	
			范围	得分	范围	得分	范围	得分	范围	得分
18	霉菌	4	≥100	4	10~100	2	1~10	1	<1	0
19	酵母菌	3	≥10	3	1~10	2	0.1~1	1	<0.5	0
20	细菌	3	≥50	3	5~50	2	0.5~5	1	<0.5	0

标占10分(见表7)。相应地,一级曲综合评价应在90~100分,二级曲综合评价应在75~89分,三级曲综合评价应在60~74分,等外曲则为60分以下。实行以上质量标准,可使成曲质量波动程度明显减小,但曲药的发酵质量还受很多因素的影响,因此初步制订的成品曲质量标准还存在一定局限性。尽管如此,这些标准(框架)对大曲质量的进一步规范化、标准化应能起到推动作用的。

4 大曲在大曲酒发酵中的作用及其应用

目前业内人士对大曲在大曲酒发酵中作用的认知有以下几个方面:

4.1 为大曲酒醅中原料分解提供多种复合的粗酶制剂。如水解类的糖化酶、液化酶、蛋白酶、纤维素酶、果胶酶、木聚糖酶类等。近年的研究表明,还存在利于酯香类风味物质合成的合成酶等^[8]。

4.2 为大曲酒醅发酵提供部分菌种来源,如酵母菌、细菌等。

4.3 为大曲酒提供一部分香味物质及香味物质形成的前体,如酒的曲香等,但其具体的物质及形成机理尚待进一步认识。

4.4 为大曲酒发酵提供部分发酵原料。如大曲中所含淀粉高达57%左右。浓香型大曲酒的生产工艺中用曲量一般占投粮量的20%~30%,而酱香型曲酒生产工艺用曲量一般可达投粮量的90%左右,可见酒曲在酿酒发酵中的确为酒糟发酵提供了原料。

此外,目前中国白酒香型划分上也非常重视大曲的应用。一般说来,酱香型(茅型)大曲酒则用高温曲生产;浓香型(泸型)白酒用的是中温曲生产;而清香型白酒则使用低温曲。现在有些酒

厂,根据自己对成品质量的要求,较为普遍地提高了制曲温度,如有的中温曲制曲发酵中最高温已超过60℃。还有一些厂家在浓香型(泸型)大曲酒发酵中把高温曲、中温曲混合使用;把酯化曲与中温曲混合使用等。当然,目的就是使大曲酒更好适应市场和消费者的需求。

而生产实践表明,糖化酶和活性干酵母在大曲酒发酵中虽然在一些特殊的糟醅发酵中,降低其丢糟的残淀,提高一般曲酒的出酒率,但并不完全具备传统大曲如上所述的功能和作用,因此,糖化酶和活性干酵母在浓香型大曲酒生产中的作用应是对传统大曲的补充。

参考文献:

- [1] 邓小晨,等.大曲发酵过程中微生物淀粉酶同工酶的研究[J].微生物学通报,1995,22(7):143-146.
- [2] 崔利,等.高温大曲在酱香型酒酿造中的作用及标准浅说[J].酿酒,1995,(4):8-13.
- [3] 骆成熙,等.大曲发酵微生物生态环境的人工智能模拟[J].酿酒科技,1995,(3):79-81.
- [4] 钟方达.微机控制架式制曲的完善和发展[J].酿酒科技,2002,(4):31-33.
- [5] 王忠彦,等.微机对大曲分析数据的统计分析[J].酿酒科技,1995,(2):78-80.
- [6] 王忠彦,等.大曲生产与微生物生态的关系[J].酿酒科技,1995,(2):76-78.
- [7] 陈靖余,等.泸型大曲质量标准及鉴曲方法的探索[J].酿酒,1996,(3):6-8.
- [8] 范文来,等.大曲酶系研究的回顾和展望[J].酿酒,2000,(3):35-40.
- [9] 黄平.中国酒曲[M].北京:中国轻工业出版社,2000.

安琪超级耐高温酿酒高活性干酵母研制成功

本刊讯:专门针对酒精行业的浓醇发酵而开发的安琪超级耐高温酿酒高活性干酵母研制成功,其使用方便,能广泛适用于以淀粉质为原料的酒精生产。其革命性优势在于:

1.能有效增强酵母在浓醇发酵过程中乙醇对酵母毒性的抗性,提高酵母发酵酶系列活力的钝化温度和酶系活力,进而提高发酵力和产酒能力。

2.能有效降低浓醇发酵过程的饱和蒸汽压,解决发酵过程由葡萄糖效应引起的底物抑制效应,促使酵母细胞酶产乙醇向醪液中快速渗透。降低渗透压对酵母产乙醇的抑制,提高发酵能力和出酒率。

3.安琪超级耐高温酿酒高活性干酵母含有丰富的营养物质,能满足高浓乙醇发酵对酵母营养的要求,提高乙醇发酵醪液最终酒度。

4.采用安琪超级耐高温酿酒高活性干酵母进行乙醇浓醇发酵,可降低分离费用和能耗,提高醪液最终酒度;1t酒可减少蒸汽用量300kg,节约2t水,降低蒸馏损失,提高乙醇得率,降低DDGS的生产成本,提高产率;减少废水排量,降低废水处理费用,提高发酵速度和设备利用率。

使用方法:适用于玉米、木薯、小麦等淀粉质原料产酒精。用量为原料的0.1‰~0.2‰,或乙醇的0.3‰~0.6‰;接种后培养6~8h,醪液中酵母细胞数可达2.0~2.5亿个/ml,出芽率≥20%,发酵罐控制温度为32℃,发酵过程pH控制在4.0~4.5,温度≤35℃,满罐时酵母细胞数可达2.0~3.0亿个/ml醪液。

按原料不同,乙醇高浓发酵的最终酒度为14%~17%(v/v),残总糖为0.8%~1.3%,残还原糖为0.18%~0.36%。(孙悟)