

解析窖泥功能菌代谢能力的调控

张 良, 沈才洪, 张宿义, 许德富

(泸州老窖集团, 四川 泸州 646000)

摘 要: 围绕窖泥功能菌开展了系列研究, 提炼形成了“窖泥功能菌代谢能力调控”理论。从传统窖泥的演变趋势、以及人工培养窖泥的科学原则等角度对窖泥功能菌代谢能力调控进行解析, 提出了保持窖泥功能菌代谢能力, 窖泥质量是重要基础、连续不间断酿酒是重要保证等观点, 探讨了窖泥功能菌代谢能力的调控措施, 为浓香型白酒优质酒产能的扩大提供重要的理论支撑。

关键词: 浓香型白酒; 窖泥功能菌; 代谢能力; 调控; 窖泥质量; 乙醇浓度

中图分类号: TS262.31; TS261.4

文献标识码: B

文章编号: 1001- 9286(2008) 01- 0057- 02

Investigation on the Control of Metabolic Capability of Functional Bacteria in Pit Mud

ZHANG Liang, SHEN Cai-hong, ZHANG Su-yi and XU De-fu

(Luzhou Laojiao Group., Luzhou, Sichuan 646000, China)

Abstract: The research on functional bacteria in pit mud was carried out and the theory of “the control of metabolic capability of functional bacteria in pit mud” was put forward. Some viewpoints including the maintenance of the metabolic capability of functional bacteria in pit mud was the important base for pit mud quality and could ensure high-quality liquor-making etc. were put forward in the theory from the angle of the development trend of traditional pit mud and the principles in man-made pit mud culture. Besides, the control measures of the metabolic capability of functional bacteria in pit mud were also introduced, which could provide important theoretical evidence for the expansion of the productive capacity of Luzhou-flavor quality liquor. (Tran. by YUE Yang)

Key words: Luzhou-flavor liquor; functional bacteria in pit mud; metabolic capability; control; pit mud quality; ethanol concentration

以泸州老窖特曲酒为典型代表的浓香型白酒, 采用泥窖为发酵容器, 其窖泥中栖息的己酸菌、丁酸菌、甲烷菌等窖泥功能菌, 在吸收母糟养料的基础上, 生长繁殖并代谢生成己酸、丁酸等醇溶性有机酸以及复合窖香香气物质, 以高浓度向低浓度扩散的方式渗透到母糟体系中, 有机酸与母糟中的乙醇进一步缩合生成酯类芳香物质, 其中己酸乙酯被确定为浓香型白酒的主体香味物质, 复合窖香香气则是浓香型白酒的典型香气。窖泥功能菌在浓香型白酒的酿造中占据着相当重要的地位, 对其代谢能力的研究意义重大且非常必要。

长期以来, 浓香型白酒都因己酸乙酯生成速率缓慢, 导致其单轮发酵周期长, 为各类白酒发酵周期之冠, 最短的也达到近 45 d, 泸州老窖则长期维持在 90 d 左右。为提高酒体中己酸乙酯含量, 行业科技工作者们先后进行了延长发酵周期、灌酒发酵、翻沙发酵、双轮底糟

发酵、窖外发酵生香、人工窖泥培养、窖泥功能菌的分离培养及其应用、酯化液的发酵及其应用等强化生香技术, 对浓香型白酒优质酒产能的提高起到了较好的促进作用。

在总结和剖析前人优秀成果的基础上, 泸州老窖围绕窖泥功能菌开展了一系列研究, 提炼形成了“窖泥功能菌代谢能力调控”理论, 笔者对其进行解析, 意在为浓香型白酒优质酒产能的扩大提供重要的理论支撑。

1 窖泥质量是保持窖泥功能菌代谢能力的重要基础

1.1 传统窖泥在酿造过程中的演变趋势

陈铸《泸县志》载: “初麦面一石, 高粱面一斗浇水和匀, 模制成砖, 置于隙地上, 以物覆之, 数日发酵, 再翻之覆如故, 听其霉变, 是为曲母。始用高粱四石磨面, 每石和曲母一石, 加枯糟六石, 浇水和匀, 收制地窖(窖在屋

收稿日期: 2007- 11- 06

作者简介: 张良(1965-), 男, 工程硕士, 中国酿酒大师、酿酒高级工程师, 重庆大学应用微生物专业硕士生导师, 中国白酒专家委员会委员, 四川食品发酵学会副理事长, 四川微生物学会常务理事。现任泸州老窖集团公司总裁, 泸州老窖股份有限公司党委书记、总经理, 泸州市有突出贡献的专业技术拔尖人才、泸州市杰出科技创新青年、泸州市十大杰出青年, 入选泸州市优秀青年人才信息库。长期从事酿酒技术研究、市场营销及企业管理, 公开发表学术论文 40 余篇, 创建六大白酒产业理论, 并提出白酒企业“五化”管理模式, 获省科技进步一等奖 1 项, 获省、部级奖 6 项。

内,先以粘土泥和烧酒,筑成长方形,深六尺,宽六尺,长丈许),上覆以泥,俟一月后酝酿成熟,取出以小作法蒸馏之,三日能毕一窖,即市中所售大曲也”。

建窖采用纯粘性黄泥为基质,初衷是防止窖池这样的发酵容器渗漏;纯粘性黄泥非常适合土壤窖泥功能菌栖息,事实上土壤窖泥功能菌就是最原始的窖泥功能菌种源;泥土所拌入的烧酒是窖泥功能菌最原始的营养源。在长年累月的连续不间断地投粮酿酒活动中,窖泥功能菌的生香性能得到不断的驯化演进,窖泥功能菌的数量得到不断的富集。通过对不同窖龄的窖泥进行窖泥功能菌及其他成分分析,窖泥中的锰、锌、钙、铜等矿物元素含量随窖龄延长而增加;窖泥中的全氮、全磷、全钾、速效氮、速效磷、速效钾以及有机质(腐殖质)含量均远高于原建窖纯粘性黄泥;窖泥的分散系数、结构系数以及团聚度(1~0.05 mm%)随窖龄延长而呈现增加趋势。泸州老窖始建于公元 1573 年,并连续沿用至今的“1573 国宝窖池群”的窖泥,其有机质(腐殖质)含量达到原建纯粘性黄泥的 10 倍左右,有机质(腐殖质)的海绵体网状结构,吸收并富集起大量的水分,为窖泥功能菌的生长繁殖和物质交换提供了优越的栖息环境,“1573 国宝窖池群”的窖泥,仅有益窖泥功能菌就多达 600 多种,形成了一个庞大的窖泥功能菌群落。

“老窖酿酒,格外生香”,这是千百年来酿酒先辈们通过生产实践总结出来的一条规律。常言说:“千年老窖万年母糟”。意思是说窖龄越长(窖龄:窖池连续用于酿酒的时间,以年为单位),酿出的酒酒质越好。新窖产出的酒,辣口而无香味。老窖酿造的酒,则酒味醇厚芬芳。因而窖龄的长短决定窖池的优劣,而窖池之优劣又几乎成为酿酒的生命线。泸州老窖建窖要选择地势,讲究土质水宜,筑窖的黄泥为城外十多里地的五渡溪的黄泥土,色泽金黄,绵软细腻,不含砂石杂土,特别富于粘性。新窖使用 7~8 个月后,黄泥由黄变乌;用上 2 年,渐渐变成灰白色,泥质由绵软变得脆硬,酒质便随窖龄增长而提高。30 余年窖龄的酒窖,窖泥乌黑,泥质重新变软,脆度却进一步增强(无粘性),并出现红绿等颜色,开始产生一种浓郁的复合窖香香气,初步形成了“老窖”。以后年复一年,复合窖香香气越来越浓,所酿酒质日臻完美。

1.2 人工窖泥培养的科学原则

人工窖泥培养是以窖泥功能菌为种源,人为向窖泥功能菌提供生长繁殖的养料,让窖泥功能菌快速繁殖并形成优势菌群的窖泥培养技术。人工窖泥建造的窖池最终是投入酿酒生产使用,泸州老窖经过长期的研究与实践总结形成以下原则:以老窖泥为窖泥功能菌的复合

种源;配料选择有机原料,并满足窖泥功能菌对碳、氮、磷、钾以及维生素等物质的营养需求;窖泥营养源发酵残渣具备较强的吸水和积水功能,为窖泥有机质(腐殖质)奠定物质基础;具备优势的营养条件,促进窖泥功能菌快速繁殖,以形成优势菌群。

2 连续不间断酿酒是保持窖泥功能菌代谢能力的重要保证

窖泥功能菌栖息于窖泥中,酿酒母糟入窖后的发酵过程,窖泥功能菌源源不断地获得母糟中的养料,得以不断地生长繁殖,并代谢呈香呈味物质,反渗透到母糟体系内,经出窖蒸馏进入酒体。如此一轮又一轮的酿酒循环,虽然窖泥功能菌单个个体存在一个从生长繁殖到衰老死亡的生命周期,但就窖泥功能菌群体而言,生香性能得到了不断的驯化,数量得到不断的富集,窖泥功能菌生香能力与日俱增。如果中途长时间停止酿酒,窖池空置或者窖内母糟营养逐渐枯竭,栖息在窖泥中的窖泥功能菌得不到养料,窖泥功能菌因没有营养供给而群体毁灭,即使今后再采用这样一个窖池来盛装母糟酿酒,其窖泥功能菌也只能重新靠网罗进入的微生物不断富集和培养,而与以前的驯化和富集毫无关系。因此,要保持窖泥功能菌的代谢能力,窖池必须连续不间断地用于投粮酿酒活动。“1573 国宝窖池群”自公元 1573 年建窖酿酒以来,因其从未间断过用于投粮酿酒的活动,是世界罕见的“活文物”,其窖泥功能菌的性能和数量无与伦比,于 1996 年被国务院颁布列为全国重点文物保护单位。

3 窖泥功能菌代谢能力的调控措施

由于制约浓香型白酒优质酒产率的重要因素为其主体香味物质己酸乙酯,本文即以己酸乙酯的生成作为窖泥功能菌代谢能力的判定依据。

3.1 窖泥功能菌在浓香型白酒酿造体系内的代谢过程

窖泥功能菌从来源于窖泥自身和母糟中吸收养料得以生长繁殖,并进行产物代谢,代谢过程窖泥中的丁酸、己酸等有机酸逐渐渗透到母糟体系中,呈现出以下特征。

乙醇是窖泥功能菌进行丁酸、己酸等有机酸代谢最原始的底物,乙醇在醋酸菌的作用下生成乙酸,乙醇和乙酸在窖泥功能菌的作用下产生丁酸、己酸等有机酸。

乙醇浓度与窖泥功能菌进行丁酸、己酸等有机酸的代谢呈正相关性,在保证窖泥功能菌活性的前提下,乙醇浓度的增加,促进窖泥功能菌的丁酸、己酸等有机

(下转第 61 页)

表3 不同酒精度底层糟等级酒贮存, 总酯变化分析

(g/L)

底层糟等级酒 (%vol)	贮存前 总酯含量	贮存 18 个月总酯变化			贮存 30 个月总酯变化			贮存 18 个月总酯减少量占贮存 30 个月总酯减少量百分比 (%)
		含量	变化量	变化率 (%)	含量	变化量	变化率 (%)	
28 等级酒	2.158	0.855	-1.303	-60.38	0.731	-1.427	-66.13	91.31
35 等级酒	3.556	1.829	-1.727	-48.57	1.556	-2.000	-56.24	86.35
45 等级酒	5.607	3.979	-1.628	-29.04	3.334	-2.273	-40.54	71.62
55 等级酒	6.995	5.729	-1.266	-18.10	5.195	-1.800	-25.73	70.33
72 等级酒	9.179	8.696	-0.483	-5.26	8.456	-0.723	-7.88	66.80

表4 不同酒精度底层糟等级酒贮存, 总酸变化分析

(g/L)

成品酒 (%vol)	贮存前总 酸含量	贮存 18 个月总酸变化			贮存 30 个月总酸变化			贮存 18 个月总酸增加量占贮存 30 个月总酸增加量百分比 (%)
		含量	变化量	变化率 (%)	含量	变化量	变化率 (%)	
28 等级酒	0.376	1.250	+0.874	+232.45	1.363	+0.987	+262.50	88.55
35 等级酒	0.499	1.665	+1.166	+233.67	1.858	+1.359	+272.34	85.80
45 等级酒	0.605	1.884	+1.279	+211.40	2.206	+1.601	+264.63	79.89
55 等级酒	0.705	1.857	+1.152	+163.40	2.232	+1.527	+216.60	75.44
72 等级酒	0.854	1.626	+0.772	+90.40	1.975	+1.121	+131.26	68.87

232.45、233.67、211.40、163.40、90.40。35 %vol 等级酒总酸增加率分别是 45 %vol、55 %vol、72 %vol 等级酒的 1.1 倍、1.4 倍、2.6 倍。从总酸变化率来看, 低度酒总酸变化率比高度酒大。

中、低度等级酒总酸增加以贮存前期增加速度较快。如: 28 %vol 等级酒贮存 18 个月总酸增加量占贮存 30 个月总酯减少量的 88.55 %; 35 %vol 等级酒贮存 18 个月总酸增加量占贮存 30 个月总酯减少量的 85.80 %。

而高度酒贮存前期总酸增加速度相对缓慢一些, 但与其整个贮存过程变化量相比, 仍然较快。

3 讨论

研究表明, 等级酒在贮存过程中最好为原度贮存,

避免降度酒贮存后香味成分的大量损失; 同时, 从原度酒贮存过程中酯的变化情况来看, 主体香味物质仍然有所损失。所以, 应该加强陈酿管理, 运用先进的陈酿技术, 使贮存后的基酒质量变得更好, 企业应该重视这个环节的探索和研究。

通过本次实验, 可以看出在不同酒精度、不同档次的浓香型白酒贮存过程中总酸、总酯的变化量有很大的差别。然而具体是哪些成分的变化占主导地位、这些成分是如何变化的、这些变化能否抑制或消除、如何抑制或者消除这些变化还需要进一步的研究。

参考文献:

- [1] 沈怡方.白酒生产技术全书[M].北京:中国轻工业出版社, 1998.

(上接第 58 页)

酸的代谢。

水分是促进乙醇移动的动因, 乙醇是丁酸、己酸等醇溶性有机酸渗透的载体, 在保证窖泥功能菌活性的前提下, 乙醇浓度的增加, 促进窖泥中丁酸、己酸等醇溶性有机酸向母糟渗透, 降低窖泥微环境中丁酸、己酸等醇溶性有机酸的浓度, 促进窖泥功能菌的丁酸、己酸等有机酸的代谢。

我们认为, 乙醇浓度是窖泥功能菌代谢能力的主要影响因子。

3.2 从酿造工艺角度调控窖泥功能菌的代谢能力

在浓香型白酒酿造过程中, 要增强窖泥功能菌的代谢能力, 工艺措施可以从以下方面实施。

3.2.1 强化母糟体系的产酒能力

乙醇是己酸乙酯合成底物, 母糟体系中乙醇浓度的提高, 促进己酸乙酯的生成, 增强对母糟体系中丁酸、己

酸等有机酸的消耗, 反过来又促进窖泥功能菌的代谢能力增强。

3.2.2 强化蒸馏提香效能

丁酸、己酸、丁酸乙酯、己酸乙酯等都是醇溶性芳香物质, 乙醇是醇溶性芳香物质蒸馏提取的主要溶剂, 母糟体系中乙醇浓度的增加, 促进对母糟体系中醇溶性芳香物质的提馏, 既降低了母糟体系中醇溶性芳香物质的残留, 促进其持续代谢, 又提高醇溶性芳香物质的利用效率, 促进品质的提高。

3.2.3 产酒生香移位发酵

浓香型白酒续糟配料酿造的显著特征, 制约了母糟乙醇浓度的提高, 泸州老窖独创的“产酒与生香移位发酵”的原酒酿造模式, 既解决了续糟配料产酒母糟的质量问题, 又实现了窖泥功能菌旺盛的生香发酵。●