

特香型酒功能窖泥和普通窖泥理化指标对比分析

廖昶, 吴生文, 黄小晖, 肖美兰, 曾婷婷, 徐小明

(四特酒有限责任公司技术中心, 江西 樟树 331200)

摘要: 通过对特香型酒功能窖泥和现有窖泥培养过程中感官指标、微生物、水分、pH等理化指标进行分析, 研究特香型酒窖泥培养过程中各参数的变化规律。结果表明, 两种窖泥各理化指标在培养过程中差异很大。功能窖泥在感官指标上更接近于老窖泥, 符合优质窖泥标准, 在培养前期, 两种窖泥各理化指标有相似的变化趋势, 培养中期, 细菌、pH有相反的变化规律, 培养后期, 细菌、酵母菌和有效钾变化趋势不同。

关键词: 特香型酒; 功能窖泥; 理化指标; 变化规律

中图分类号: TS262.3; TS261.4

文献标识码: A

文章编号: 1001-9286(2010)02-0086-05

Comparative Analysis of Physicochemical Indexes Between in Functional Pit Mud of Site Liquor and in Common Pit Mud

LIAO Chang, WU Sheng-wen, HUANG Xiao-hui, XIAO Mei-lan, ZENG Ting-ting and XU Xiao-ming

(Technical Center of Site Liquor Co. Ltd, Zhangshu, Jiangxi 331200, China)

Abstract: The sensory indexes, microbes, moisture content, pH values in functional pit mud of Site liquor and in common pit mud were analyzed and the change rules of each parameters during the culture process of pit mud were investigated. The results showed that there was significant difference in physicochemical indexes between the two pit mud. The sensory indexes of functional pit mud was close to those of aged pit mud and they met quality pit mud standards. In the early culture period, the physicochemical indexes in both the two pit mud had similar change trend. In the middle culture period, bacteria and pH values in the two pit mud had opposite change rules. In late culture period, bacteria, microzyme and available potassium in the two pit mud had different change trend.

Key words: Site liquor; functional pit mud; physicochemical indexes; change rules

窖池是传统白酒酿造的基础, 好酒源自于好窖, 而好窖又依赖于优质的窖泥。白酒的质量与窖泥的质量密不可分, 窖泥的质量又取决于窖泥有益功能菌的数量, 通过各种有益微生物的新陈代谢, 合成各种代谢产物, 给酒体赋予复杂的香、味成分, 使之纯净浓郁, 绵甜爽口, 回味悠长。因此, 功能窖泥的配方中加入菌种复合液有助于提高窖泥质量。窖池除了作为发酵容器外, 还为微生物的生长繁殖提供良好的环境, 也为香味物质的形成提供了基础。所以, 在白酒生产中, 窖泥的培养和黄泥制作窖池的养护是提高产品质量的关键之一。

本文在特香型功能窖泥配方研究的基础上, 通过对特香型酒功能窖泥和现有窖泥培养过程中感官指标、微生物、水分、pH等理化指标进行分析, 找出功能窖泥和普通窖泥培养过程中的变化规律, 为功能窖泥的产业化示范提供理论指导。

1 材料与方法

1.1 材料

收稿日期: 2009-12-28

作者简介: 廖昶(1966-), 男, EMBA, 高级工程师, 中国酿酒工业协会白酒分会技术委员会委员。四特酒有限责任公司董事长, 总经理, 发表论文 10 余篇, 获省级科技进步奖多项。

1.1.1 菌种来源

本次所有菌种均来自四特酒有限责任公司科研中心生化研究室。

1.1.2 培养基

菌种培养基: 麦氏培养基、丙酸菌培养基、MRS 培养基。

微生物检测培养基: 麦氏培养基、牛肉膏蛋白胨培养基、孟加拉红培养基。

1.1.3 主要实验试剂和仪器

试剂: 大曲粉和酒尾, 由四特酒有限责任公司生产车间提供, 黄土和藕塘泥取自自然环境, 豆饼粉为市售, 其余药品均为国产分析纯。

仪器: 752 型分光光度计, 上海光谱仪器有限公司; XK96-A 快速混匀器、恒温培养箱, 上海爱郎仪器有限公司; HH-6 数显恒温水浴锅, 上海浦东物理光学仪器厂; 水分测定仪; 电子天平。

1.2 检测方法

1.2.1 取样方法

将窖泥表面划分成等面积的四大块,从每块的中心取等量的窖泥,混合后再进行观察和检测。每次取样不超过 200 g。

1.2.2 窖泥水分、pH 值测定^[1]

窖泥水分使用快速水分测定仪进行测定。窖泥 pH 值的测定参照文献[1]所述分析测定方法。

1.2.3 窖泥微生物检测

用电子天平准确地称取窖泥样品 2 g, 加入到装有 100 mL 无菌水的三角瓶中, 振荡处理 1 h, 用装有 4.5 mL 无菌水的试管分别稀释至 10^{-3} 、 10^{-4} 、 10^{-5} 和 10^{-6} , 再分别涂布于装有牛肉膏蛋白胨培养基、麦氏培养基、孟加拉红培养基的平板上。牛肉膏蛋白胨培养基涂布的菌悬液浓度分别为 10^{-4} 、 10^{-5} 、 10^{-6} ; 麦氏培养基涂布的菌悬液浓度为 10^{-3} 、 10^{-4} 、 10^{-5} 、 10^{-6} ; 孟加拉红培养基涂布的菌悬液浓度为 10^{-2} 、 10^{-3} 、 10^{-4} 、 10^{-5} 。

1.2.4 腐殖质测定

腐殖质测定采用重铬酸钾氧化法。

1.2.5 有效钾测定^[2]

采用四苯硼钠比浊法, 参照文献[2]所述分析测定方法。

1.2.6 有效磷的测定^[1]

参照文献[1]所述的分析测定方法。

1.2.7 氨态氮的测定^[1]

参照文献[1]所述分析测定方法。

1.3 菌种培养方法

1.3.1 菌种扩大培养流程

液体石蜡保存的种子菌 → 斜面培养 → 500 mL 三角瓶液体培养 → 10 L、50 L 发酵罐。

1.3.2 菌种活化

酵母菌: 麦氏培养基(葡萄糖 1 g, 氯化钾 1.8 g, 酵母膏 2.5 g, 醋酸钠 8.2 g, 琼脂 15~20 g, 蒸馏水 1 L), 自然 pH, 挑取培养物一环, 接种到新鲜培养基上, 培养温度为 28 °C, 培养时间 2 d。

己酸菌: MRS 培养基(蛋白胨 10 g, 牛肉膏 10 g, 酵母膏 5 g, K_2HPO_4 2 g, 柠檬酸二钠 2 g, 乙酸钠 5 g, 葡萄糖 20 g, 吐温 80 1 mL, 硫酸镁 0.58 g, 四水硫酸锰 0.25 g, 琼脂 15 g, 水 1 L), 调节 pH6.2~6.4, 挑取培养物一环, 接种到新鲜培养基上, 培养温度 30 °C, 培养时间 1 d。

丙酸菌: 丙酸菌培养基(乳酸钠 2%, 酵母膏 0.5%, 磷酸氢二钠 0.1%, 葡萄糖 2%, 硫酸镁 0.04%, 甘油 0.1%, 琼脂 1.5%~2%), 调节 pH6.8~7, 挑取培养物一环, 接种到新鲜培养基上, 培养温度为 30 °C, 培养时间 1 d。

1.3.3 发酵罐扩大培养

用流水将发酵罐洗净, 将称量好的培养基加入到发酵罐内, 按培养基配方加入适量的水(比配方少 0.5 L, 因为灭菌时蒸汽冷却会带来一定量的水分), 使培养基溶解均匀, 并调节好 pH, 密封发酵罐灭菌。灭菌后待罐内水温

降至 40 °C 左右时加入 500 mL 三角瓶培养的菌悬液, 接种量为 3%。酵母菌发酵温度控制在 26~28 °C, 己酸菌和丙酸菌发酵温度控制在 30~32 °C, 培养 1~2 d 备用。

1.4 功能窖泥的培养

1.4.1 功能窖泥配方

根据窖泥小试实验, 确定特香型功能窖泥最佳配方为: 黄土 100%, 藕塘泥 14%, 大曲粉 1.5%, 豆饼 2%, 磷酸氢二钾 0.05%, 乙酸钠 0.8%, 硫酸镁 0.01%, 酒尾 5%, 复合菌液 6%。

1.4.2 原料要求

①黄土: 采用黄色粘性大的泥土, 有利于保持水分、养分和酒精分。要求土质细腻、柔软、微酸性、无砂砾。以含砂量低、含腐殖度较高, 不含铁、镁等金属离子为佳。使用前, 将黄土晒干后破碎成粉末, 然后以 95% 以上热水杀菌、润化, 并踩至柔熟为好。

②藕塘泥: 含腐殖质较多的微酸性粘性熟泥。要求晒干后粉碎。

③酒尾: 含酒度 ≤ 30% vol, 一般 15% vol 以上为好。

④大曲粉: 曲香较好, 无霉变虫害的砖曲, 粉碎成细粉。

⑤豆饼: 要求无霉变、无蛀虫、无异味的优质豆饼。

⑥菌液: 为酵母菌发酵液、己酸菌发酵液和丙酸菌发酵液, 要求菌液发酵旺盛。

1.4.3 具体操作方法及培养条件

将黄土、藕塘泥、大曲粉、豆饼粉等原料按比例一层一层地均匀铺好(使用前将黄土和藕塘泥晒干并破碎成粉末), 按配方加入复合菌培养液、15% vol 以上的自制酒尾、磷酸二氢钾、硫酸镁和乙酸钠溶解液、适量的蒸馏水搅拌均匀。用搅拌机将窖泥混合均匀, 并人工踩至柔熟收堆, 控制总水分在 35%~40%。皮面用铁铲拍光, 用塑料布盖好, 第二天作为封窖泥入池。

窖泥入池采用中间凸起, 四周下陷方式, 入池后将窖泥表面用铁铲拍光, 窖池四周窖泥务必压紧。控制窖泥水分在 25% 以上, 温度在 20~30 °C, 培养时间 30 d。每 3 天一次对其进行理化检验和感官观察。

2 结果与分析

2.1 感官变化

优质的老窖泥一般呈灰黑色或黑色, 无黄泥色, 无较大的泥块, 湿润, 细软, 有明显粘稠感, 泥体均匀无杂质, 闻之有酯香和浓郁的老窖泥气味并较持久, 无异味和刺激性杂味。现对培养过程中的功能窖泥和现有窖泥进行实验, 从入池发酵开始每 3 天一次记录感官变化, 结果见表 1。

从表 1 可以知道, 现有窖泥由于长时间使用, 在整个培养过程中都呈现出灰黑色, 接近黑色, 色泽和老窖泥较为接近, 但由于配方不合理以及未及时进行养护, 在气味

表1 窖泥感官变化

时间 (d)	色泽		气味	
	功能窖泥	普通窖泥	功能窖泥	普通窖泥
0	黄泥色	黑灰色	有较重的泥腥味	有强烈的细菌臭味
3	黄泥色, 表面有白霉	黑灰色	泥腥味减轻, 有氨味	有强烈的细菌臭味
6	颜色加深	黑灰色	氨味增加, 泥腥味减弱	细菌臭味减弱
9	颜色加深	黑灰色	有酒糟味, 氨味减轻, 已初具窖香	细菌臭味减弱
12	颜色加深	黑灰色, 表面有白霉	有酒糟味, 氨味减轻, 具窖香	有氨味和霉味, 细菌臭味减弱
15	深褐色	黑灰色	有酒糟味, 氨味减轻, 具窖香	细菌臭味消失, 有氨味和糟香味
18	深褐色	黑色	有酒糟味, 具窖香	氨味增强
21	黑灰色	黑色	窖香较浓, 具成品酒香气, 柔和	氨味较浓, 初步具窖香
24	黑灰色	黑色	窖香较浓, 具成品酒香气, 柔和	氨味较浓, 具窖香
27	黑色	黑色	窖香浓郁	窖香较好, 具臭味
30	黑色	黑色	窖香浓郁	窖香较好, 具臭味

上有出现细菌的臭味,而非硫化氢的臭味。功能窖泥在培养初期,色泽呈现出黄色的泥土原色,气味出现较重的泥腥味,在培养后期逐渐转化为接近成熟老窖泥的黑色和窖香味。

2.2 水分变化

水分是一切微生物生长不可缺少的物质。水分含量对窖泥质量的影响很大,苏慧玉^[3]等研究了窖泥水分含量对窖泥质量的影响,水分直接影响窖泥 pH、腐殖质、微生物区系及其生长状况。因此,需严格控制窖泥的水分含量。功能窖泥培养过程中水分的变化见图1(注:窖泥分别以所在窖池号命名,180#为功能窖泥,252#为普通窖泥。以下图表均参照此注)。

从图1可以看出,培养过程中功能窖泥和现有窖泥的水分变化规律基本上保持一致。随着窖池发酵过程的进行,窖泥中的微生物生长代谢活跃,消耗了窖泥中的一部分水分,因此,窖泥水分变化的总体趋势是下降的。又由于发酵前期微生物生长代谢比发酵末期更为活跃,导致发酵前期窖泥水分减少较快,发酵末期水分变化较小,几乎趋于平衡。从图1中可知,发酵前10d窖泥水分减少较快,之后窖泥水分缓慢减少,最后趋于平衡。

2.3 pH的变化

窖泥 pH 值对白酒产品的产量、质量起着决定性的作用,因为适当的 pH 值不但能促进酒精发酵,而且还可以促进香气成分物质及其前体物质的生成^[4]。功能窖泥培养过程中 pH 的变化结果见图2。

从图2可看出,功能窖泥和普通窖泥的 pH 变化都很小,变化范围在 4.5~5.4 之间,其变化趋势均为先下降后上升。这种现象是由于发酵前期,细菌利用窖池内存在少量的氧迅速繁殖,细菌产酸从而造成窖泥 pH 下降。发酵后期,酵母厌氧发酵产生乙醇,在一些酯化酶的作用下,乙醇与酸合成相应的酯类。同时,随着氧的消耗和代谢产物的累积造成微生物生存环境的变化,大量细菌死亡,细胞自溶而引起 pH 上升。

图2中,普通窖泥培养6d后 pH 开始上升,功能窖

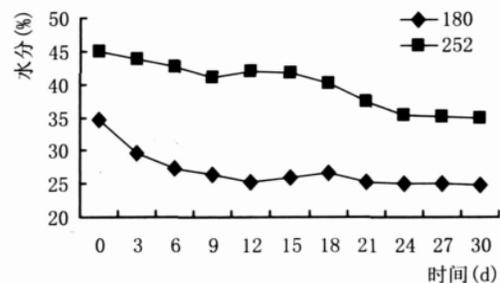


图1 水分变化规律

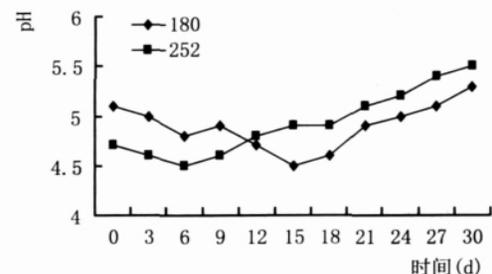


图2 pH的变化规律

泥培养15d后 pH 才逐渐上升,根据图2推测,造成这种现象的原因可能是功能窖泥培养前期,细菌的数量比普通窖泥多,细菌生长代谢的产物也相对较多。

2.4 微生物的变化

窖泥中微生物的种类繁多,各类微生物数量差异也很大,但主要是一些厌氧和兼性厌氧微生物,它们的代谢过程所产生的各种成分是影响酒质的关键所在。本实验主要通过检测细菌、霉菌和酵母菌的数量变化,摸清功能窖泥形成过程中微生物的变化规律。微生物的变化结果见图3~图6。

根据图3~图6,分析培养过程中功能窖泥中微生物的生长规律。总体结果为:

①发酵前3d,功能窖泥中的细菌大量生长繁殖,好气性霉菌迅速被淘汰,同时酵母菌开始缓慢生长。这一阶段,细菌产酸较多,造成窖泥 pH 下降。

②发酵第9天,由于氧气的缺乏,功能窖泥中的好氧

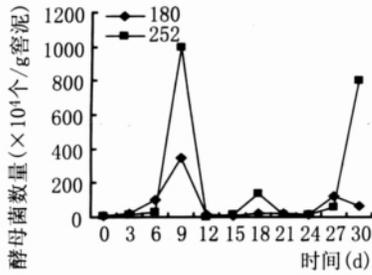


图3 酵母菌数量的变化

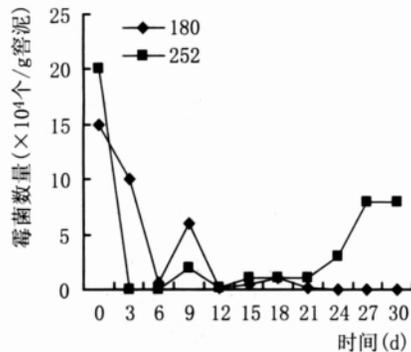


图4 霉菌数量的变化

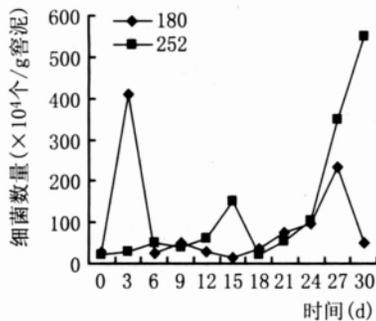


图5 细菌数量的变化

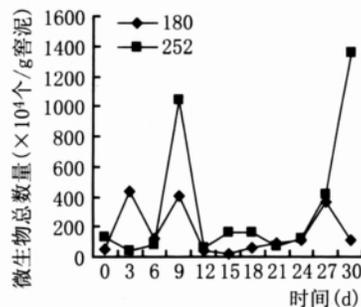


图6 微生物总体数量的变化规律

型细菌大量死亡,微生物间的竞争减少,霉菌数量有所上升,兼性厌氧型酵母菌也迅速生长,此时,酵母菌数量达到一个高峰,酵母菌产乙醇的量最高。

③随着发酵过程的进行,细菌产的酸类物质与酵母菌产生的乙醇在相关酶的作用下生成相应的酯和醛,窖泥 pH 开始回升。同时,由于代谢产物的消耗,减除了对微生物的抑制作用,因此,功能窖泥培养 15 d 之后酵母菌和细菌的数量都开始回升。

④在培养过程中,功能窖泥和普通窖泥的霉菌数量均迅速减少,这是因为酿酒环境中的霉菌大部分是需氧型。

⑤功能窖泥培养过程中,细菌和酵母菌的生长规律是此消彼长的。当细菌快速生长产生大量的酸和一些不利于细菌生长的代谢产物时,细菌数量很快下降。酵母菌开始迅速繁殖,产生乙醇,乙醇在酶的作用下消耗酸类和其他产物。

⑥普通窖泥发酵末期,微生物总体数量有很大的提高,细菌和酵母菌快速生长繁殖。据分析可能是由于该阶段微生物生长环境良好,导致微生物的二次生长。

2.5 腐殖质的变化

腐殖质是土壤中各种营养元素的重要来源,是土壤微生物生物活动的产物,是外来有机质经过土壤微生物作用后重新形成的多种有机化合物^[5],其在好氧性受到抑制时,才能在土壤中积累。腐殖质含量高低可以判断窖泥的优劣(肥力大小),可以全面反映窖泥对微生物的营养供应能力^[6]。

窖泥中的腐殖质能为窖泥微生物提供一个良好的生长环境,为微生物提供营养元素,可以起缓冲调节作用和离子交换作用,同时具有良好的保水作用^[7]。因此,检测窖泥培养过程中腐殖质的变化规律有助于进一步掌握窖泥微生物生存条件的变化。功能窖泥培养过程中腐殖质的变化结果见图 7。

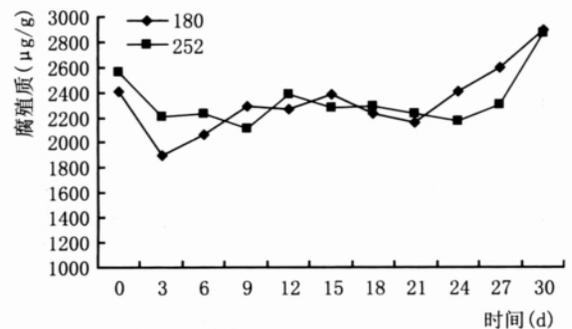


图7 腐殖质的变化规律

从图 7 可以看出,培养过程中功能窖泥和普通窖泥的腐殖质含量变化基本上一致;腐殖质含量的整体变化趋势是先下降,然后趋于平衡,后上升。发酵前期,窖泥中好氧型微生物迅速生长,可利用部分腐殖质。发酵末期,在无氧条件下,微生物的大量死亡和有机代谢产物的增加,使得腐殖质在窖泥中累积。

2.6 有效钾和有效磷的变化

窖泥中的有效钾、有效磷等无机盐,为微生物的生长繁殖及生理代谢提供必要的无机元素。但是,无机盐的含量必须控制在一定的范围内,方能起到良好的作用。反之,则会因无机盐浓度过高而造成窖泥的板结,从而严重影响窖泥微生物的活动,致使这种窖泥表现为严重的退化趋势。窖泥培养过程中有效钾、有效磷的变化见图 8 和

图9。

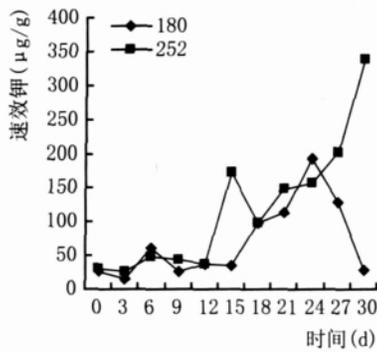


图8 速效钾的变化规律

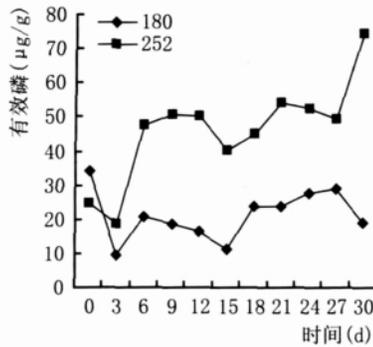


图9 有效磷的变化规律

由图8可知,窖泥培养过程中微生物对钾的需要量极少,而且随着发酵过程的进行,会产生一定量的钾。

由图9可知,窖泥培养过程中微生物除了消耗窖泥中的有效磷,同时存在一些解磷微生物,能够分解土壤中难溶性磷,导致窖泥中有效磷含量上升。

2.7 氨态氮的变化

氮源是构成微生物细胞、蛋白质和核酸的主要元素。微生物分解土壤中含有动植物遗骸和排泄物的蛋白质与尿酸、尿素等产生的氮源就是氨态氮,它是窖泥功能菌生长繁殖所需的主要氮源。一般肥土中,氨态氮含量比较高,土壤中含有的氨盐、硝酸盐及含氮有机物等,大部分微生物都能利用^[8]。窖泥培养过程中氨态氮的变化见图10。

由图10可知,新培养的功能窖泥其氨态氮含量低于普通窖泥,培养过程中功能窖泥和普通窖泥的氨态氮含量变化趋势基本一致,为先下降,再平衡,后上升。

结合图6,不难发现氨态氮的变化规律是由微生物的总数决定的。这是因为微生物生长代谢利用了氨态氮,当微生物死亡时,释放出来的蛋白质、核酸等被微生物分解又产生了氨态氮,所以整个发酵前后,窖泥中的氨态氮保持着一定的平衡。发酵前9d窖泥中的微生物的数量快速增加,因此氨态氮的含量迅速下降,之后随着微生物数量的平衡,氨态氮的含量趋于平衡。现有窖泥在发酵末

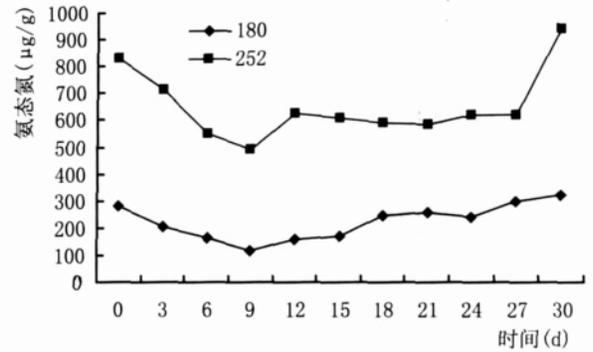


图10 氨态氮的变化规律

期,微生物分解细胞残骸释放出大量的氨态氮。

3 结论

3.1 功能窖泥和现有窖泥有较大差异,尤其是在感官指标上。特香型酒功能窖泥培养后颜色逐渐加深,泥腥味消除,氨味减弱,闻之有酯香和浓郁的老窖泥气味,无异臭味和刺激性杂味,逐渐趋于成熟窖泥的感官形态,优于普通窖泥。

3.2 功能窖泥和普通窖泥在总个培养过程中,水分、腐殖质、氨态氮有相同的变化趋势。在培养中期,细菌、pH有相反的变化规律;在培养后期,细菌、酵母菌和有效钾有不同的变化趋势。

3.3 窖泥质量的优劣取决于有益微生物的种类和数量,而有益微生物的种类和数量又和其他理化指标密切相关。功能窖泥和普通窖泥在培养过程中微生物的变化有较大的差异,也正是这种差异决定了两者在质量上的区别。

3.4 上述结论说明不同的窖泥在各感官和理化指标上差异很大,而理化指标尤以微生物指标为主。因此,加强窖泥微生物种群分布及含量等生物指标的探讨,通过多次测定和对比,建立能真实反映窖泥质量的控制标准对于各大香型白酒企业都同样重要。

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.
- [2] 王火焰,朱树国,周健民,等.运用四苯硼钠法准确测定土壤有效钾素变化的初步探讨[J].土壤,2007,(2):231-237.
- [3] 苏慧玉,钟雨,沈勇.窖泥中的水分、腐殖酸对窖泥质量的影响[J].酿酒,1996,(5):11.
- [4] 周恒刚.窖泥培养[M].北京:中国计量出版社,1998.
- [5] 向祖祥,刘明,陈明学,等.浓香型白酒窖泥与土壤几种理化指标的对比分析[J].酿酒科技,2009,(5):82.
- [6] 朱祖祥.土壤学(上册)[M].北京:农业出版社,1991.
- [7] 杜礼泉,唐聪,古加强.活性优质窖泥的研究[J].酿酒科技,2005,(3):50.
- [8] 李家明.功能窖泥生产技术的研究[J].酿酒科技,1992,(4):23.