

人工老窖发展及其研究现状

景晓卫,唐玉明,任道群,姚万春

(四川省农业科学院水稻高粱研究所,四川 泸州 646100)

摘要: 综述了人工老窖的发展历程和人工老窖生产的影响因素,针对人工老窖现在存在的问题进行了分析,并提出解决方案。

关键词: 人工老窖; 发展; 现状; 老化

中图分类号: TS262.3; TS261.4

文献标识码: A

文章编号: 1001-9286(2010)09-0077-04

Development and Present Research Status of Manmade Pit Mud

JING Xiao-wei, TANG Yu-ming, REN Dao-qun and YAO Wan-chun

(Rice & Sorghum Research Institute of Sichuan Academy of Agricultural Sciences, Luzhou, Sichuan 646100, China)

Abstract: The development process of manmade pit mud and the factors influencing the production of manmade pit mud were reviewed in this paper. The existing problems in manmade pit mud were analyzed and the corresponding solutions were put forward.

Key words: manmade pit mud; development; present status; aging

老窖产好酒是因为经过漫长发酵环境的驯养,老窖中栖息了众多的微生物群落,其数量和比例达到一个良好的、和谐的状态,经过物理的、化学和生物的作用,使浓香型酒中的酸、酯等呈香、呈味物质的含量和比例也趋于协调、稳定,从而造就了以己酸乙酯为主体香的浓香型白酒的典型风格。因此,窖泥是生产浓香型曲酒的基础,窖泥质量的优劣对浓香型白酒的质量起着至关重要的作用。传统的优质窖泥是通过长年不断周而复始的曲酒生产而自然老熟的,这一过程往往要经过漫长的几十年,甚至更长时间。

在市场经济竞争日益激烈的今天,中国白酒竞争也同样激烈。企业为了自身发展壮大,就要尽可能地稳定和提高白酒产量和质量。因此,单凭窖泥的自然老熟完全不能满足需要,人工老窖应运而生。人工老窖可大大加速窖子老熟,这是白酒酿造史的创举。

1 人工老窖研究

1.1 人工老窖

人工老窖是通过对老窖泥中理化成分的分析及功能微生物的研究,利用培养微生物方法,在人工条件下模拟天然老窖,运用各种手段营造适宜环境条件,使有益功能菌迅速生长繁殖成优势菌群,并加速泥窖老熟之工艺。

1.2 人工老窖发展历程

1963年,轻工部茅台试点组运用纸色谱方法定性确认了己酸乙酯为茅台酒窖底型和泸州特曲酒的主体香

气。随后又在老窖泥中分离得到能代谢产生己酸的梭状芽孢杆菌与甲烷杆菌共栖菌种,这就为人工窖泥的研究揭开了序幕。

泸州曲酒厂在20世纪60年代提出窖泥搬家、扩建窖池的任务。成都生物所系统地分析对比了新老窖池的微生物学特性后,从而提出用培养微生物办法促进新窖老熟^[1],结果见表1。

表1 新老窖细菌分类计数^[1] (万个/g干土)

细菌数	特曲	头曲	三曲	老窖/新窖
	老窖	(中龄窖)	(新窖)	
细菌总数	104.1	39.2	33.7	9.1
好氧细菌数	17.3	11.0	11.1	1.4
厌氧细菌数	86.8	28.3	27.6	4.0
厌氧菌/好氧菌	5.0	2.6	1.8	
芽孢细菌总数	46.1	21.6	20.5	2.3
好氧芽孢细菌总数	9.9	5.2	6.5	1.5
厌氧芽孢细菌总数	36.2	16.4	14.0	2.6
厌氧菌/好氧菌	3.6	3.6	2.1	

之后,生产技术人员在生产实践中摸索出人工培养窖泥的经验,并在生产实践中加以应用,取得成功。泸州酒厂从1965年10月~1966年3月共改窖93个,其中三曲窖91个,二曲窖2个,结果表明,38.89%的酒提高到二曲质量,其余为三曲^[2]。

1975年,内蒙轻工所从五粮液酒厂老窖泥中分离得到产己酸为主的己酸菌30号,产己酸最高可达0.7%以

收稿日期:2010-04-25

作者简介:景晓卫(1984-),女,研究实习员,从事酿酒微生物、酿酒工艺、生物技术研究。

上。经一系列试验后投入生产试验。

1979年,沈阳老龙口酒厂研究发现L-己酸菌种,经过32代连续传代培养,并无明显减退现象。己酸产量稳定在120~150 mg/100 mL。这一研究成果表明,对那些要兴建大量人工老窖,而本厂又无老窖泥来源的酒厂来说,毫无疑问是福音^[9]。

1978年,黑龙江轻工所对窖泥中的结晶物进行定性试验。确定白色粉末状物质为乳酸钙,而细长针状结晶为乳酸亚铁。

1981年,中科院成都生物所与成都酒厂等进行了老窖泥逐级扩大富集培养保温发酵培养窖泥试验,培养后的窖泥,细菌总数由 76×10^7 个/g增加到 138×10^7 个/g,厌氧芽孢杆菌数由 87×10^3 个/g增加到 490×10^3 个/g。使用这种人工窖泥建新窖,第3轮产全兴大曲酒优质品合格率达25%左右^[11]。

1982年,程志娟^[14]等报道了先进的微生物细胞固定化技术进行己酸发酵而后应用于白酒工业获得成效。固定化己酸在4~6℃贮存3个月后,产酸活性不变。

1984年,吴衍庸等首次从酒窖中分离出甲烷细菌LW801菌株,并对窖泥中产甲烷菌数量进行研究,发现窖泥的好坏与甲烷菌数量相关。移植窖泥细菌于新窖,对促进新窖老熟,己酸乙酯有明显提高,其他酯也相应协调,对增己降乳也有一定效果,结果见表2。窖内甲烷细菌的纯种分离和应用能有效提高大曲酒质量,是我国大曲白酒生物工程的重要进程。

表2 移植窖泥甲烷细菌的人工老窖生香效应^[1] (mg/100mL)

酯类成分	未移植甲烷细菌		移植甲烷细菌	
	三排	四排	三排	四排
己酸乙酯	168.45	183.47	197.33	232.13
乳酸乙酯	188.54	201.54	175.68	158.86
乙酸乙酯	127.34	164.74	163.90	173.44
丁酸乙酯	21.83	20.60	18.33	24.44

2002年9月,洋河酒厂使用从洋河大曲的老窖泥中分离出优良产酸菌株YH-LCI,改进人工窖泥配方,浓香型大曲酒的优质品率提高了10%^[9]。

江苏省双沟酒厂与武汉佳成为应用超浓缩复合己酸菌液,在40℃左右的严冬成功培养出人工窖泥和养窖精泥,解决冬季气温低无法培养优质窖泥的难题。

杜礼泉^[9]等人在窖泥中发现有M类微生物,除了对己酸的生成起一定的作用外,更主要的是起调节pH值的作用。以M类微生物发酵泥、发酵液等为配方制作的活性优质窖泥成功地解决了人工窖泥易退化的问题。

2 人工老窖生产存在问题及原因分析

随着对人工窖泥认识的不断深化,人工培制老窖的数量越来越多,人工老窖对浓香型白酒的生产与发展起到了重要的推动作用。但是,随着时间的延长,窖泥开始

老化。窖泥表面开始盐碱化,板结而坚硬,出现白色颗粒状或针状结晶。窖泥老化后,致使酒中己酸乙酯大幅度下降,严重影响产品质量。例如徐水酒厂优质窖泥中己酸乙酯含量为160 mg/100 mL,老化窖泥酒中己酸乙酯仅有65.2 mg/100 mL。出现退化老化后的窖池产品质量一排不如一排,直到最后产不出好酒。

2.1 优质老窖泥

处于窖池的下部,老窖泥的表面层呈灰白色,厚度0~3 cm,水分大,有较多的浅黄色膏状物,窖泥湿润、细软、有浓郁芳香。中间层呈乌黑色,厚度3~5 cm,泥质脆,无粘稠性,有明显的硫化氢气味和氨气味,理化标准见表3。

表3 优质窖泥理化指标^[7]

项目	指标要求
水分(%)	45~55
pH	5.8~7.0
氮(mg/100g)	139~285
磷(mg/kg)	480~1920
钾(%)	0.40~0.98
腐植酸(%)	9.20~11.30
己酸菌(万个/g干土)	640~1000
放线菌(万个/g干土)	40~141
酵母菌(万个/g干土)	600~730

2.2 窖泥质量影响因素

2.2.1 水分

窖泥中的水分除了起物质输送作用外,还对窖泥中的微生物生长、代谢起着重要的作用。细胞中各种生物化学反应都需要在水溶液中进行。窖泥中的水分必须要达到一定的含量,才能保障窖泥中的微生物进行必要的生理代谢,水分过低,则会表现出不同程度的板结现象,造成微生物生长繁殖困难,导致微生物失活,从而影响到窖泥的质量。

2.2.2 无机盐

窖泥中添加无机盐的作用主要是增加窖泥中N、P、K的含量,为微生物的生长繁殖及生理代谢提供必要的无机元素。无机元素参与细胞结构的构成、能量的转移、控制原生质的胶态等^[9]。窖泥中有效氮易消耗,得不到补充,造成碳氮比失调,磷、钾一般在窖内发酵中从酒醅中得到补充,造成越积越高,因此和泥时满足微生物生长即可。否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。

2.2.3 pH值

窖泥pH值的主要作用在于引起细胞膜电荷的变化,从而影响微生物对营养物质的吸收;影响代谢过程中酶的活性;改变生长环境中营养物质的可给性以及有害物质的毒性。优质窖泥的pH值一般在5~7范围内,低于或高于这一范围,窖泥中己酸菌的生理代谢就会受到

不同程度的影响,表现出不同程度的差异(见表4)。

表4 pH、腐殖质对窖泥质量的影响^[6]

窖池 编号	pH值	腐殖质	影响指标			
			乙酸乙酯	丁酸乙酯	己酸乙酯	乳酸乙酯
1	5.80	3.5	8.28	11.96	671.6	216.7
2	3.77	6.8	8.05	34.96	379	247.9

2.2.4 腐殖质

窖泥中的有机物在微生物作用下,可发生分解而转化成简单的化合物,同时经过生物和化学的作用又重新合成新的有机化合物,即腐殖质。窖泥中的腐殖质能为某些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。还可以缓解乳酸钙、乳酸铁的形成,避免窖泥板结退化。一般新做的窖泥中腐殖质含量保持在4.5%以上即可。

2.2.5 微生物

窖泥中微生物的种类繁多,主要是厌氧梭状芽孢杆菌属的丁酸菌及鼓锤形的己酸菌。各类微生物在不同窖泥中的数量差异很大,但主要是一些厌氧和兼性厌氧微生物。目前已分离、鉴定的种类有己酸菌、丁酸菌、甲烷菌、甲烷氧化菌、硝酸盐还原菌、硫酸盐还原菌、放线菌、酵母菌、乳酸菌等,而研究较清楚及应用的只有少数几种。

2.2.6 泥质

采用黄色粘性大的泥土,有利于保持水分、养分和酒精分。以含砂量低、含腐殖质含量较高为佳。

2.3 窖泥退化的原因

2.3.1 环境原因

北方土壤泥土多砂性,不吃水、漏浆,以致窖泥干枯,铁、钙含量均较高。所以,北方窖泥较南方窖泥而言更易出现老化,其中乳酸钙的生成引起窖泥板结,更加速了窖泥老化,增大了老化的危害性。

2.3.2 生产工艺条件的影响

窖泥配方不合理,添加营养物质不足或过剩;或者发窖泥时添加菌种单一,只有己酸菌,没有甲烷菌,形不成优良的菌种生态系统,后劲不持久;入池酸度长期过高,不仅为生成乳酸铁、乳酸钙提供了条件,而且营养消耗及酒醅还原性物质均增加,对己酸菌繁殖代谢不利等,这些均易造成窖泥老化。

2.3.3 操作不当影响

发泥操作时和泥不均匀,发酵不透,保温保水不到位等,均易导致窖泥发酵不好易老化;或是入池水分太小、敞窖时间太长失水过多,而导致滋润窖泥水分不够;或是池子不注重保养、不加分析胡乱保养,造成营养物质有的缺乏,有的过剩,以及生产操作马虎,环境不净,将大量杂菌带入酒醅,进而影响到窖泥等等,均可能造成窖泥退化。

2.3.4 微生物代谢的影响

浓香型大曲酒在发酵过程中,乳酸菌的繁殖,生长适应性比己酸菌强,在发酵中占有一定的生长优势,乳酸菌代谢产物与微量元素作用形成了乳酸亚铁及乳酸钙,二者均使己酸菌及窖泥产生乙酸、丙酸、己酸及己酸乙酯的能力下降;而丁酸、戊酸、乙酸乙酯、乳酸乙酯等的生成量增加;并使总酸的生成量明显下降,影响浓香型白酒的风味。

表5 乳酸亚铁、乳酸钙对己酸菌生育与代谢影响^[2]

添加量 (%)	己酸生成量(mg/100 ml)		活菌数(千万)	
	加乳酸亚铁	加乳酸钙	加乳酸亚铁	加乳酸钙
0	278.0	250.8	19.7	19.7
0.025	327.4	273.6	15.5	13
0.05	306.6	252.9	14	12.7
0.1	257.6	221.9	8.25	12
0.5	247.1	173.6	10	10
1.0	241.2	149.1	9.5	9.3

2.3.5 生物化学反应造成的影响^[9]

在发酵过程中,微生物生长代谢耗用氮、磷、钾等营养元素,产生的酸类与窖泥中的铵、钙元素作用,产生多余的铵盐及钙盐,使窖泥的pH值升高,同时使窖泥中的营养元素缺乏、失调,己酸菌不能正常的生存、生长与繁殖,造成窖泥老化。

3 解决方法

针对实际应用中出现的问题,全国各大专院校、科研机构对人工窖泥老化防治方法做了探讨和研究,不论在理论上或应用上都取得了丰硕成果。各有关白酒企业也根据自己的生产实践总结了如何改进人工窖泥应用。

3.1 人工窖泥培养的关键

解决窖泥老化要有的放矢,首先化验分析老化窖泥,本着缺什么补加什么的原则,不能盲目添加,才能使窖池复壮得到明显的效果。窖泥配比不求营养成分高,而是注重窖内发酵中窖泥的营养变化,使其逐渐趋于合理,适应窖内长期发酵的营养物质及微生物变化,使窖泥功能菌逐渐驯化形成生长优势,进而达到老窖泥水平^[11]。

3.1.1 合理调节酿酒工艺,创造窖泥微生物生长环境

合理调节酿酒工艺,使窖泥微生物保持良好的生存环境,促进窖泥老熟和酒醅生香产酯。在操作中尽量减少铁、钙成分的混入,并尽量采取降乳措施,现已收到良好效果。

3.1.2 加强窖池管理,窖池养护和定期复壮

经常做好窖池养护工作,使窖泥微生物始终保持旺盛的活力。而喷洒己酸菌培养液的效果极佳,以养窖的方法保持窖泥处于旺盛要比老化后更换窖泥经济得多。

3.2 解决人工窖泥老化办法

李绍亮^[12]将从窖池泥中分离优选出的1株己酸菌,

再配以复合菌 A、功能菌 B 为主要菌系,生产功能性人工窖泥。功能性窖泥还可改善窖泥风味,增强窖泥的酯香味,减少新窖产酒的邪杂味和泥臭味,增加新酒中的主体香及其他复杂香味成分,改善了酒体风格,增强新产酒的绵柔度和纯净感。将功能性人工窖泥应用于生产,结果表明,投产 4 个月后,连续 3 个月每窖平均产量比用原窖泥配方多产酒 75.48 kg,优质品率比原窖泥配方提高 8.56 %。

杜礼泉^[3]等研制的活性优质窖泥克服了普通人工窖泥易退化的缺点,达到了见效快、质量稳步提高的目的,解决了人工窖泥易退化的难题,为优质窖泥的培养迈出了关键性的一步,结果见表 6、表 7 和表 8。

表 6 活性优质窖泥在使用中的变化情况

时间	pH	水分 (%)	细菌总数 ($\times 10^{10}$ 个/g 干土)	腐殖质 (%)
2002 年 6 月 28 日	6.04	38	12.0	3.1
2003 年 6 月 7 日	5.12	39	3.58	3.7
2004 年 4 月 1 日	6.00	40	4.35	4.1

表 7 普通人工窖泥在使用中变化情况

时间	pH	水分 (%)	细菌总数 ($\times 10^{10}$ 个/g 干土)	腐殖质 (%)
2002 年 6 月 28 日	6.10	37	3.20	3.2
2003 年 6 月 7 日	4.22	39	2.67	3.6
2004 年 4 月 1 日	4.19	39	2.21	3.9

表 8 活性优质窖泥与普通人工窖泥产酯情况比较 (mg/L)

项目	时间	乙酸	丁酸	己酸	乳酸
		乙酯	乙酯	乙酯	乙酯
活性优质窖泥	2002 年 6 月 28 日	101.3	18.2	274.5	156.1
	2003 年 6 月 7 日	126.5	17.3	289.2	160.2
	2004 年 4 月 1 日	131.2	18.0	436.1	159.3
普通人工窖泥	2002 年 6 月 28 日	73.4	16.7	230.8	111.0
	2003 年 6 月 7 日	85.4	15.9	201.3	123.2
	2004 年 4 月 1 日	98.1	17.0	185.8	142.5

姚继承^[4]等用佳成生物工程复合菌制成的超浓缩复合己酸菌液补充窖内优势菌群,提高了窖泥的生香功能。采用窖泥培养液复壮窖池,激活和增加了有益微生物菌群,使己酸乙酯含量显著提高,四大酯比例较为协调。窖内发酵能力增强,生香功能明显提高,结果见表 9、表 10。

4 展望

利用现代科技,人工培养窖泥,可缩短窖泥成熟期,提高优质品率,浓香型白酒得以快速发展。虽然人工老窖的培育工艺对加快新窖老熟的效果明显,老窖复壮技术也已经取得进展,但是完全解决现存问题以及如何更大程度地提高产量及优质品率还有待进一步的探索。随

表 9 原酒产量对照结果

单位名称	方案	产酒量 (kg)	优质酒 (kg)	优质率 (%)
河北钟楼集团	试验	189	74.3	39.3
	对照	175	34.5	19.7
河北伊川杜康有限公司	试验	345	158	45.5
	对照	338	98.5	29.1
湖北稻花香集团	试验	359.5	153	42.6
	对照	324.75	102	31.4

表 10 原酒总酸、总酯测定结果

单位名称	方案	酒度 (%)	总酸 (g/L)	总酯 (g/L)
河北钟楼集团	试验	69	0.49	3.91
	对照	69.5	0.38	3.02
河北伊川杜康有限公司	试验	68.4	1.12	7.32
	对照	68.5	0.57	3.26
湖北稻花香集团	试验	65	2.05	6.92
	对照	65	1.56	5.21
甘肃武酒集团	试验	56.23	2.11	4.98
	对照	58.40	1.56	4.34

着科学技术的进步以及对人工老窖更深入的研究,相信在不久的将来,人工窖泥将会有更广阔的应用前景。

参考文献:

- [1] 傅金泉,等.我国酿酒微生物研究与应用技术的发展(上)[J].酿酒科技,1996,(4):21-26.
- [2] 周恒刚.80年代前己酸菌及窖泥培养的回顾[J].酿酒科技,1997,(4):17-22.
- [3] 林万富,等.人工老窖之由来及从窖泥中分离己酸菌[J].酿酒,2004,(1):40-42.
- [4] 程志娟,等.己酸菌固定化技术的研究[J].酿酒科技,1982,(3):2-3.
- [5] 李安陵.人工窖泥的培养与使用[J].酿酒,2007,(2):114-115.
- [6] 杜礼泉,等.窖泥复合功能菌液培养及应用的研究[J].酿酒,2009,(5):35-36.
- [7] 王化斌.泥窖在浓香型大曲白酒生产中的作用[J].酿酒科技,2007,(7):65-67.
- [8] 张宗奇,等.己酸菌生长代谢因素与培养应用[J].中国食品添加剂,31-33.
- [9] 才向东,等.北方人工老窖窖泥衰退的原因及预防措施[J].酿酒科技,2009,(6):67-69.
- [10] 刘念.人工窖泥的培养操作法[J].酿酒科技,2005,(6):51-53.
- [11] 徐开成,徐希望,夏培禹,周合彦.人工窖泥在北方浓香型曲酒生产中的应用[J].酿酒科技,2005,(1):50-53.
- [12] 李少亮,等.人工培养窖泥的应用[J].酿酒科技,2008,(11):87-89.
- [13] 杜礼泉,等.活性优质窖泥的研究[J].酿酒科技,2005,(3):49-51.
- [14] 姚继承,等.超浓缩复合己酸菌液在窖池中的应用[J].酿酒科技,2007,(2):47-49.