

窖泥功能菌发酵液在浓香型大曲酒中的运用

宋柯

(四川天府酒业集团公司,四川 温江 611130)

摘要: 根据窖泥中主要微生物功能菌的特点,采用仿生学原理培养出窖泥功能菌发酵液,并将窖泥功能菌发酵液运用到浓香型大曲酒生产中,使之提高浓香型大曲酒的酒质。

关键词: 窖泥; 功能菌发酵液; 淋窖; 灌窖

中图分类号: TS262.31; TS262.13 文献标识码: B 文章编号: 1001-9286(2001)06-0043-03

Application of Fermented Liquid Produced by Functional Bacteria in Pit Mud in the Production of Luzhou-flavour Daqu Liquor

SONG Ke

(Tianfu Wine Industry Group. Co., Wenjiang, Sichuan 611130, China)

Abstract: The new fermented liquid is produced by biological imitation theories according to the properties of the functional bacteria in pit mud and it is applied in the production of Luzhou-flavour Daqu liquor which could improve the liquor quality. (Tran. by YUE Yang)

Key words: pit mud; fermented liquid by functional bacteria; pit-pouring; pit-filling

浓香型大曲酒功能菌区系是一个复杂的微生物群体。自1942年巴克(Barker)等首次报道并定名克氏梭菌(*Clostridium kluyveri*)以来,我国也从20世纪60年代开始对浓香型白酒与窖泥微生物的关系进行了研究,发现老窖泥中富集有多种厌氧功能菌、嫌气性梭状芽孢杆菌,它们在不同的窖龄、不同的窖泥表层分布,种类、数量均有较大差别。

1 窖泥功能菌的研究

泥窖是浓香型酒生产发酵的容器,也可以说,培养基和生产原料是形成该酒质量的特色菌类生存的场所。窖泥功能菌栖息于窖内,它们根据自身特点吸取营养物质,进行新陈代谢,生长繁殖,使简单的物质进行复杂的生化合成,给单纯的乙醇酒体赋予复杂的香、味成分。

1.1 微生物的类群及分布

1.1.1 不同窖龄窖泥细菌分布情况(见表1)

菌别	老窖	中龄窖	新窖	老窖/新窖
细菌总数	104.1	39.3	33.7	3.1
好气细菌数	17.3	11.0	12.1	1.4
嫌气细菌数	86.3	28.3	21.6	4.0
嫌气菌/好气菌	5.0	2.6	1.8	
芽孢细菌总数	46.1	21.6	20.5	2.3
好气芽孢菌数	9.9	5.2	6.5	1.5
嫌气芽孢菌数	36.2	16.4	14.0	2.6
嫌气芽孢数/好气芽孢菌数	3.6	3.1	2.1	

从表1可以看出,老窖和新窖中的细菌和类群有显著差异,老窖泥的细菌总数为新窖泥的3倍多,而且主要表现在嫌气细菌方面,老窖泥中的嫌气细菌总数为新窖的4倍,嫌气芽孢杆菌为新窖的2.6倍。在同一窖中,嫌气菌数量多于好气菌,说明浓香型大曲老窖中主要以嫌气芽孢杆菌为主。

1.1.2 窖池不同部位的菌群分布情况(见表2)

窖别	窖池部位	细菌总数	好气细菌	嫌气细菌	芽孢菌总数	好气芽孢菌数	嫌气芽孢菌数
老窖	窖墙	76.00	3.52	72.50	46.20	9.90	36.20
	窖底	21.10	3.22	22.90	30.30	12.70	17.30
	表层	18.40	2.83	15.60			
	内层	139.00	2.39	136.60			
新窖	窖墙/窖底	2.90	1.10	3.20	1.50	-1.20	2.00
	窖底	70.3	4.60	65.70	20.50	6.50	14.00
老窖/新窖	窖底	6.60	2.60	3.90	14.00	5.20	8.70
	窖墙/窖底	10.70	1.80	16.70	1.50	1.20	1.60
老窖/新窖	窖墙	1.10	-1.30	1.10	2.20	1.50	2.40
	窖底	4.00	1.2	5.80	2.20	2.40	2.20

通过表2分析,老窖与新窖窖墙的好气细菌数和嫌气细菌数量有显著差异,窖底的嫌气细菌有明显的不同,老窖窖底嫌气细菌是新窖的4.8倍。新窖和老窖窖墙及窖底芽孢杆菌都有不同,老窖中的芽孢杆菌为新窖的1.2倍,其中以嫌气芽孢杆菌差别更大。同一窖中,窖墙和窖底的好气菌(包括芽孢杆菌)相差较少,主要差别在嫌气菌上。老窖的嫌气菌和嫌气芽孢杆菌,其窖墙与窖底的比值分别是3.2和2.0,新窖的比值分别是16.7和1.6,而且老窖的嫌气细菌主要栖息在窖泥的黑色内层,数量超过黄色表层的7.7倍。由此而知,在老窖中,窖墙泥和窖底泥的黑色内层中独具一格的优势微生物群落是嫌气芽孢杆菌,在同一窖中的微生物,窖墙多于窖底。不同窖间,窖底的差异大于窖墙。

1.2 己酸菌与甲烷菌的关系

1937年巴克用奥氏甲烷杆菌作研究时发现,己酸菌与甲烷菌共生。表3说明己酸发酵受产甲烷菌的“种间氢转移”的调节,甲烷发酵消耗由己酸发酵产生的H₂消除氢的产物抑制,提高了己酸产量,进而使浓香型大曲酒主体香成分己酸乙酯含量增加。

甲烷发酵与己酸发酵的偶联有助于己酸发酵进程,增进产

收稿日期: 2001-07-13

作者简介: 宋柯(1977-),男,四川人,大专,厂长助理,发表论文6篇。

表3 己酸发酵与甲烷发酵的关系

发酵方式	菌生长 OD 值	H ₂ 产量 umol	CH ₄ umol
甲烷发酵			
己酸发酵	0.31	179.00	
二之发酵	0.485		108.68

酸。它们在厌氧环境下有的称之为存在着厌氧细菌间的“种间氢转移”关系。所谓“种间氢转移”，就是两种细菌为了利用共同的基质建立了一种互利共生关系。试验证明，甲烷菌的存在对己酸菌生长是有益的，当比较单一的己酸菌与加甲烷菌的己酸菌应用于窖泥培养，经两个月发酵后己酸细菌数以个/g 土计，前者为 0.7×10^4 ，后者为 1.1×10^5 ，从而提高己酸质量，使浓香型酒主体香成分己酸乙酯含量增加。通过实验证明，甲烷菌与己酸菌是老窖的指示菌，它们共栖生长在窖泥中，在不同的窖龄中分布不相同，如表4。老窖中的己酸菌与甲烷菌数量均明显多于新窖，随着窖龄的增长，己酸菌、甲烷菌不断增多，它们是浓香型大曲酒的主要功能菌之一。

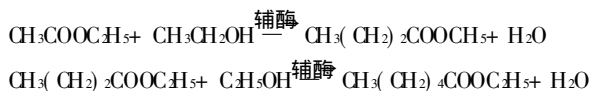
表4 不同窖龄窖泥中己酸菌与甲烷菌 (个/g 干土)

窖别	己酸菌	甲烷菌
老窖	5.4×10^5	2.4×10^3
中龄窖	3.4×10^5	2.1×10^2
新窖	4.1×10^2	0.5×10^1

1.3 己酸菌与 酿菌和放线菌的关系

1.3.1 己酸菌与丁酸菌的关系

在窖泥中除己酸菌与甲烷菌具有共生关系外，丁酸菌与己酸菌也密不可分，它们不仅能产生丁酸，而且大部分分离株在有碳源的情况下，能产生少量的己酸。实验证明，丁酸与己酸不是同步关系，而是先产生丁酸，随着己酸上升，丁酸量下降，这说明在己酸生产过程中，丁酸是一个重要的过渡阶段，其酯化途径生化反应为：



1.3.2 己酸菌与放线菌的关系

放线菌主要生长在含有有机质丰富的微碱性土壤中，通过实验证明，单一的菌群对发酵无明显作用，但对己酸菌活菌数的增加和己酸及其酯的生产有显著的促进作用，脱臭效果明显，还能增加一种特殊的菌香。

2 功能菌发酵液的培养及在浓香型大曲酒中的运用

2.1 功能菌发酵液

2.1.1 功能菌发酵液是以己酸菌为主，富含丁酸菌及甲烷菌的复合菌液，其用在人工培养窖泥、淋窖、灌窖等中有显著效果。

2.1.2 功能菌发酵液的培养

2.1.2.1 菌种

1994年，中国科学院微生物研究所梁家源等从白酒厂窖泥、池塘淤泥和处理豆腐废水的上流的厌氧污泥床反应器中分离到1株克氏梭菌，菌株M2。

表5 人工窖泥理化指标分析结果

项目	总酸 (g/100g 干土)	总酯 (g/100g 干土)	水分 (%)	pH	氨态氮 (mg/100g 干土)	腐殖质 (g/100g 干土)	速效磷 (mg/100g 干土)	细菌 (万个/g 干土)	芽孢杆菌 (万个/g 干土)
老窖泥	1.05~1.4	0.35~1.38	45.5	5.32	210~372	8.3~15.2	874~1457	520	162.8
新窖泥	0.3~0.94	0.2~1.2	39.5	6.2~6.5	61.8~334	5.4~11.2	161.3~841	300	72.3
黄泥			20	7	5~10	0.2~0.7	30~75	100	7.5

2.1.2.2 培养基

优质底窖糟用底锅水浸提过滤得滤液，调节乙醇含量2%，添加工业用乙酸钠1%~1.5%，碳酸钙1%，磷酸二氢钾0.05%。

2.1.2.3 培养条件

菌株先经80℃热处理10min，培养17天，温度30~34℃，酒精度2%~3%，pH5~7。

2.2 在人工老窖泥中的应用

2.2.1 一级扩大培养

母液10%，优质母糟浸出液10%，黄水20%，优质大曲粉3%~5%；酒尾10%（调节酒精浓度为2%左右），碳酸氢铵（调节pH5~6），磷酸二氢钾0.032。

50 ml 三角瓶功能菌发酵液	50 ml 三角瓶老窖泥种液
34℃ ↓ 3天	34℃ ↓ 3天
500 ml 三角瓶功能菌发酵液	500 ml 三角瓶老窖泥种液
34℃ ↓ 3天	34℃ ↓ 3天
10 kg 塑料桶功能菌发酵液	10 kg 塑料桶老窖泥种液

1:1

34℃ ↓ 4天

300 kg 大坛窖泥种子液

34℃ ↓ 7~15天

检验合格后进行窖泥培养

2.2.2 二级扩大培养

黄泥（粘性好，无杂质，不能含Fe、Mg等）60%~70%，优质大曲粉1%~2%，母糟3%~5%，黄水10%，沼气泥1%，窖泥10%，豆饼粉1%，泥碳1%，窖泥种子液5%，KH₂PO₄ 0.05%，NH₄HCO₃ 0.05%。

培养方法：

黄泥晒干 泥碳 母糟 窖泥 豆饼 大曲粉
打碎 ↓ 打成粉 ↓ 打成糟浆 ↓ 打碎 ↓ 打粉 ↓ ↓

均匀拌和挖平

↓
液体物质

↓ 泼入

拌匀 踩柔 密封 发酵 培养

↓

10~15天翻拌一次

培养条件：T= 33~37℃，pH= 6.0，水分38%~40%。

2.3 人工培养窖泥质量

2.3.1 感官质量：灰褐色，香气正，有酯香，酒香及老窖泥味，且较持久，无其他异杂味，较柔熟细腻，刺手感微弱，断面有气泡，均匀无杂质，有一定的粘稠感。

2.3.2 理化与微生物指标（见表5、表6）

2.4 用人工培养的窖泥搭窖后对酒质影响明显

表6 微生物指标分析结果

菌别	新黄泥	新窖	中龄窖	老窖
己酸菌	17.4×10^1	4.6×10^2	7.2×10^5	4.2×10^6
丁酸菌	9.75×10^5	1.5×10^4	3.5×10^4	6.3×10^3
乳酸菌	2.57×10^4	1.9×10^2	8.7×10^5	5.7×10^3
甲烷菌	0.61×10^1	0.5×10^1	2.5×10^2	2.3×10^3
磷酸盐还原菌	4×10^1	2.8×10^3	2.04×10^3	7.7×10^2
硝酸盐还原菌	1.11×10^1	5.1×10^2	2.3×10^3	8.4×10^3

表7 不同窖池产酒质量的微量成分分析 (mg/100 ml)

组分	老窖	中龄窖	新窖第一轮	人工培养窖第三轮
己酸乙酯	264.38	210.42	64.53	248.27
乳酸乙酯	121.42	175.53	184.57	157.64
乙酸乙酯	87.07	92.47	204.74	123.56
丁酸乙酯	20.14	23.51	25.47	26.64
乙缩醛	24.07	18.35	6.42	15.66
正丙醇	8.44	8.76	10.65	9.43
异丁醇	6.27	9.24	13.49	10.21
异戊醇	26.35	24.67	32.54	30.67
乙酸	30.64	28.57	37.42	27.69
丁酸	8.72	14.83	16.27	10.24
己酸	22.61	20.14	18.61	22.53
乳酸	30.41	21.63	26.60	28.49

不同类型窖池产酒质量的微量成分分析见表7。

表7数据表明,用功能菌发酵液培养的人工老窖泥在第三轮就基本能达到老窖的理化指标,只是窖香不足,曲香、糟香味略差。

2.5 功能菌发酵液在养窖、淋窖和灌窖中的运用

2.5.1 养窖、淋窖

当母糟起完后,将窖壁的糟醅清扫干净,然后将窖壁凿成密封的小孔,将功能菌发酵液用拖布沿窖池四壁均匀地拖几遍,让小孔内淋漓发酵液体,它起到功能菌接种的作用,防止窖泥过早板结、老化。一般一个窖可以淋10~20 kg,过多易造成靠近窖泥的糟醅发黑,过少时酒质改变不明显,试验结果见表8。

2.5.2 用功能菌发酵液灌窖

表8 淋窖、灌窖发酵前后的气相色谱分析结果 (mg/100 ml)

项目	合格酒样	淋窖			灌窖		
		试验前	第二轮	第三轮	试验前	第二轮	第三轮
乙醛	20~50	6.04	13.02	28.12	8.62	17.53	48.61
乙酸乙酯	100~200	92.00	126.91	142.17	87.00	123.47	136.61
正丙醇	10~15	16.43	8.72	13.04	17.25	11.64	13.58
仲丁醇	8~15	7.35	11.82	10.67	8.45	12.37	9.24
乙缩醛	20~100	6.10	18.42	25.69	7.40	23.57	46.83
异丁醇	5~15	11.47	8.63	7.28	13.25	9.67	10.74
正丁醇	10~20	16.3	11.73	14.54	15.40	13.67	14.56
丁酸乙酯	10~70	18.24	26.53	38.35	17.46	30.25	42.83
异戊醇	20~50	23.41	32.44	40.68	20.11	28.57	43.27
戊酸乙酯	10~40	8.24	10.07	14.63	10.27	13.24	16.67
乳酸乙酯	100~300	110.67	140.65	164.85	136.56	184.52	215.67
己酸乙酯	120以上	82.40	158.27	285.97	93.41	237.56	435.62

当粮糟入窖发酵后,每天观察记录窖内温度的变化,当窖内温度升至最高时(冬天在32~35℃,夏天在36~39℃),在窖皮泥上打孔(孔直径6~8 cm)。按投粮数的5%~8%的功能菌发酵液从各孔均匀地灌入糟醅中,然后密封发酵至40天出窖蒸酒。结果见表8。

从表8数据可看出,通过功能菌发酵液在糟醅中的运用,缩短了发酵周期(60天降至40天),己酸乙酯含量提高较大,且己酸乙酯、乳酸乙酯、丁酸乙酯含量较为平衡,效果十分明显。

参考文献

- [1] 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
- [2] 沈怡方,等. 白酒生产技术全书[M]. 北京:中国轻工业出版社, 1998
- [3] 沈怡方. 关于己酸菌的培养及其应用[J]. 酿酒科技, 1998, (4): 15-23
- [4] 吴衍庸,等. 中国传统酿造泸州酒微生物研究[J]. 酿酒科技, 1993, (5): 30
- [5] 李大和,等. 浓香型大曲酒生产技术(修订版)[M]. 北京:中国轻工业出版社, 1997

(上接第46页)

型大曲酒夏季入池水分一般控制在55.5%左右。

4 坚持降温降酸

4.1 坚持低温入池 夏季生产操作上为了尽量降低入池温度,要求几点“统一”:统一翻四遍镰,统一鼓风时间为50 min,统一施曲。还有几“多”:酒醅要多翻多拌,多带扫帚。夏天温度高,发酵旺盛,升温猛,酸大。如果现在不注意降低入池温度,会导致杂菌繁殖快,有益菌生长异常,发酵异常。实践证明,入池温度每上升1℃,原料出酒率就下降1%左右。低温入池为大曲酒夏季营造低温缓慢发酵的环境,有利于控酸养醅,防止杂菌生长,保证了酶的活力,有利于纯甜物质的生成,提高酒质,减少暴辣。夏季一般可降到低于常温2~4℃,回缸控制在26~28℃之内。

4.2 降低入池酸度 夏季气温较高,出池酒酸度大,发腻发粘,要把入池酸度降低在1.2~1.8之内,不可超过1.8,否则影响酵母菌正常活动,影响淀粉酶和酒化酶的作用,造成度夏酒醅发粘、酸败。据测定,一般在主发酵结束时,升酸幅度仅为总酸的50%左右,后发酵期越长,后来的升酸幅度越大,甚至可达两倍于主发酵时的升酸量。所以降酸为以后的酒醅压排发酵3个月减小升酸量奠定基础。生产操作要加大降酸力度,注重大汽排酸、大汽追

尾,适当延长鼓风时间,多翻镰,多带扫帚,消灭蛋团,防止蛋团包酸,加大用水量,借以排除部分酸,认真使用FAD粉,进行人工降酸,勤抽黄水,多滴窖,保证度夏酒醅入池酸度不超过1.8。

5 加强入池操作与池口保养力度

5.1 坚持每桶踩窖。窖边踩密脚,窖中踩稀脚,以减少醅中部分空气,抑制好气性杂菌生长,利于低温缓慢发酵。

5.2 严格封泥质量。封泥数量达到每窖两车,有一定厚度,不能稀,成分中有一半新泥,确保度夏过程中不会因时间长而生蛆变质。封泥要严密,均匀地涂于窖顶,厚度达到15 cm。保证度夏窖子不受空气和杂菌干扰。

5.3 池口封好后,踩平踩严,盖上一层塑料布,打扫干净,分组到人,专人专管,进行护理,跟踪检测发酵状况,发现裂边、霉变,及时采取措施,踩实、铲除。

6 注重清洁生产

夏季气温高、杂菌多,特别注意生产场地、操作工具卫生,杀菌,甑桶保持干净,霉醅、残醅及时清理,浆水池保持卫生,尽量减少酒醅感染,为微生物生长繁殖创造一个洁净的环境。●