

浓香型白酒发酵过程中酒醅微生物区系及其生态因子演变研究

赵 东, 乔宗伟, 彭志云

(五粮液集团技术中心, 四川 宜宾 644007)

摘 要: 以五粮液技术中心试验窖池为研究对象, 通过跟踪发酵过程取样, 对酒醅中的微生物区系及其生态因子进行了研究, 初步揭示了酒醅微生物区系与酒醅生态因子在演变过程中的相互关系, 对浓香型白酒的发酵机理进行了初步阐述。

关键词: 微生物; 浓香型白酒; 酒醅; 微生物区系; 生态因子

中图分类号: TS262.31; TS261.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-9286(2007)07-0037-03

Investigation on the Microflora in Fermented Grains & the Evolution of Its Ecological Factors during the Fermentation of Luzhou-flavor Liquor

ZHAO Dong, QIAO Zong-wei and PENG Zhi-yun

(Technical Center of Wuliangye Group, Yibin, Sichuan 644007, China)

Abstract: The experimental pits in technical center of Wuliangye Group were used as research subject, and the microflora in fermented grains and the evolution of its ecological factors were studied through tracing the sampling in fermentation process. The correlations between microflora in fermented grains and the evolution of ecological factors were revealed preliminarily and the fermentation mechanism of Luzhou-flavor liquor was elaborated.

Key words: microbe; Luzhou-flavor liquor; fermented grains; microflora; ecological factors

浓香型白酒是中国的传统酒种, 以地穴式泥窖作为发酵容器, 以人工添加的大曲为主要菌源, 通过人为控制入窖条件进行多菌种复合发酵。在浓香型白酒的发酵过程中, 涵盖了一个庞大、复杂的微生物区系代谢过程, 微生物区系的演变推动了窖池微生态环境的演变, 而窖池微生态环境的演变又反作用于微生物区系, 决定着微生物的演变轨迹。在窖池微生物区系的演变过程中, 积累了丰富多样的代谢产物, 这些代谢产物是浓香型白酒酒体风格形成的重要物质基础。

本研究力图通过分析浓香型白酒发酵过程中酒醅微生物区系及其生态因子的演变过程, 进一步探索浓香型白酒的微生物发酵机理。其中微生物分析采用稀释平板涂布分离法, 理化指标分析采用近红外及气相色谱分离法。

1 材料与方法

1.1 实验窖池

收稿日期: 2007-03-13

作者简介: 赵东(1964-), 男, 山西洪洞县人, 大学本科, 高级工程师, 参加课题多项, 获四川省科技进步二等奖、宜宾地区科技进步一等奖各 1 项, 发表论文数篇。

五粮液集团技术中心试验组试验窖池。

1.2 取样方法

采用自行设计的旋转式取样器对指定位置的酒醅进行定点跟踪发酵过程取样, 取样位置为窖池中层中心(窖池中心位置, 距地平面 1.4 m), 取得的酒醅样品放入无菌密封袋并密封, 及时回实验室进行平板涂布分离, 余下部分做理化指标分析。

1.3 仪器与设备

SW-CJ-IFD 超净工作台, 苏州净化设备厂; LRH-250 生化培养箱, 上海一恒科技有限公司; MJ 智能型霉菌培养箱, 宁波江南仪器厂; VECTOR 22N 型近红外色谱仪; 惠普 5890 型气相色谱仪; DZF-1B 型真空干燥箱, 上海跃进医疗器械厂。

1.4 微生物分离

1.4.1 微生物分离方法

稀释平板涂布分离法。

1.4.2 培养基

细菌分离培养基:营养琼脂培养基;
 酵母菌分离培养基:YPD 培养基;
 霉菌分离培养基:查氏培养基。

1.4.3 培养条件

对取样酒醅中的微生物进行分离培养,见表 1。

微生物类型	培养条件
好氧细菌	35℃恒温培养 2~3 d
兼性厌氧细菌	于真空培养箱中抽真空度为 0.08 MPa,35℃恒温培养 3 d
酵母菌	28℃恒温培养 2~3 d
霉菌	30℃恒温培养 7~9 d

1.5 理化指标分析

1.5.1 常规理化指标分析

利用近红外光谱仪对酒醅中的酸度、水分、淀粉、残糖、酒精含量等常规理化指标进行分析。

1.5.2 气相色谱分析

利用专用的气相色谱分离柱子分别对酒醅中的重要有机酸及醇酯进行了分析。

2 结果与分析

2.1 酒醅微生物分析

发酵过程中酒醅中微生物的分类统计结果见表 2。从表 2 可看出,好氧细菌、酵母菌和霉菌的数量在发酵初期都有一个急剧增加的过程,而发酵 5 d 后又急剧减少;兼性厌氧细菌在发酵前期有个急剧增加的过程,而后再急剧减少;发酵 5~15 d,酵母菌数量占优势;发酵 15 d 以后,兼性厌氧细菌占优势。

2.2 常规理化指标分析

发酵过程中对酒醅进行常规理化指标分类,统计结果见表 3。从表 3 可看出,随着发酵进程向前推进,酒醅的温度在前半个月以接近 1℃/d 的速度缓慢升高,而后,在最高温度保持一段时间后,缓慢下降;水分含量在发酵的前 44 d 呈逐渐上升趋势,而后缓落;酸度在发酵的前 34 d 无明显变化,34 d 以后则快速增加;淀粉含量

发酵时间(d)	好氧细菌	兼性厌氧细菌	酵母菌	霉菌
0	2175.00	—	237.50	0.028
2	18000.00	—	2050.00	—
5	6750.00	—	10000.00	0.355
8	57.50	7.50	700.00	0.175
15	31.75	28.50	67.50	0.008
23	26.75	23.50	1.80	0.082
34	35.50	75.00	0.13	0.045
44	12.50	50.50	0.23	0.023
58	1.58	1.60	0.06	0.005

呈逐渐减少趋势;残糖在发酵初期含量较高,呈逐渐下降趋势,8 d 以后,残糖含量基本稳定;酒精含量在发酵中前期迅速升高,23 d 以后呈现缓慢下降趋势。

发酵时间(d)	温度(℃)	水分(%)	酸度	淀粉(%)	残糖(%)	酒精度(%vol)
0	20.8	57.35	2.63	21.87	3.59	1.1
2	23.4	57.25	2.74	20.72	3.61	1.0
5	27.5	59.10	2.57	18.43	2.00	2.6
8	32.0	60.69	2.57	16.44	1.34	3.8
15	34.5	61.59	2.61	14.21	0.96	4.7
23	33.0	60.93	2.80	15.20	1.64	5.0
34	33.2	62.00	2.94	14.00	1.42	5.0
44	33.7	62.55	3.47	13.54	1.28	5.0
58	32.1	59.74	4.48	13.34	1.30	4.7

2.3 醇酯及有机酸分析

2.3.1 醇酯分析

跟踪发酵过程的醇酯分析结果见表 4。由表 4 可看出,随着发酵进程向前推移,各种醇类的变化趋势不尽相同,正丙醇在发酵始终都无明显变化;正丁醇仅出现在发酵中前期,后期无检出;异戊醇在发酵的前 5 d 增加明显,而后趋于稳定;异丁醇仅在发酵进行的 34 d 以后有检出;杂醇油总量在发酵的前 5 d 有明显增加,而后趋于稳定;酯类物质在发酵中前期仅有丁酸乙酯和乳酸乙酯有检出,发酵进行 34 d 以后,陆续有己酸乙酯、乙酸乙酯检出;在整个发酵过程中,各种酯类物质的含

发酵周期(d)	正丙醇	异丁醇	正丁醇	异戊醇	杂醇油总量	乙酸乙酯	丁酸乙酯	乳酸乙酯	己酸乙酯	酯类总量
0	10.2	0	11.3	5.6	27.1	0	26.7	113.5	0	140.2
2	8.3	0	10.2	16.8	35.2	0	0	98.6	0	98.6
5	12.1	0	18.9	22.5	53.5	0	10.2	22.6	0	32.8
8	9.2	0	5.8	12.3	27.3	0	0	65.2	0	65.2
15	9.1	0	29.4	17.0	55.5	0	0	63.5	0	63.5
23	9.1	0	5.3	34.9	49.3	0	0	214.9	0	214.9
34	8.8	5.9	0	18.4	33.1	0	0	406.2	9.1	415.3
44	10.2	19.2	0	18.0	47.4	0	15.4	679.1	20.7	715.2
58	10.6	18.2	0	18.2	47.0	11	10.8	1055.2	45.7	1122.7

量以乳酸乙酯为主,乳酸乙酯的含量呈现一个先减少、后增加的趋势,在发酵前 5 d 迅速减少,而后又开始逐渐增加,发酵中后期增加速度加快;酯类物质总量的变化趋势与乳酸乙酯相同。

2.3.2 有机酸分析

跟踪发酵过程对有机酸的分析结果见表 5。

表 5 跟踪发酵过程有机酸的分析结果 (mg/100 g 酒醅)

发酵周期 (d)	甲酸	乙酸	丙酸	丁酸	戊酸	己酸	乳酸
0	188.3	70.3	0	1	6.6	6.1	2056
2	176.9	103.8	0	1.4	11.3	6.9	2111
5	302.8	75.8	0	1	14.3	10.5	2207
8	191.1	77.5	0	1	11.9	6.6	2217
15	39.2	51.9	0	0.4	15.1	7.1	2055
23	18.3	60.2	0	3.9	4.6	10.7	2205
34	98.8	56.2	0	0.5	5.9	6.1	2252
44	42	58.3	0	1.3	1.2	12.5	2359
58	15.4	102.9	0.2	1.4	20.7	8.9	3465

由表 5 可看出,酒醅中甲酸在发酵前 5 d 有所增加,最高达 302.8 mg/100 g 酒醅,之后呈下降趋势,在第 34 天有所回升,之后又继续下降,到第 58 天,其含量只有 15.4 mg/100 g 酒醅;乙酸含量在整个发酵过程中相对比较稳定,在发酵前 2 d 稍有提高,而后逐渐下降,发酵 34 d 以后,又稍有回升;丙酸仅在第 58 天有检出,且含量甚微;丁酸、戊酸和己酸在整个发酵过程中含量都甚微;乳酸在整个发酵过程中都是酒醅中的主体酸,在发酵中前期均无明显变化,后期含量迅速提高。

3 讨论

3.1 浓香型白酒微生物发酵机理剖析

在发酵初期,窖池内存在大量氧气,加之酒醅中有有机酸和酒精含量都相对较低,好氧细菌、酵母菌、霉菌等需氧生长微生物都得到了迅速增殖。而杂醇油主要在这一时期产生。由于微生物生长过程中代谢产热,促进了

窖内温度的迅速升高。随着发酵进程的向前推移,窖内氧气迅速耗尽,好氧细菌、霉菌迅速消亡。发酵 2~15 d 为酒精主发酵期,酵母菌则在发酵 2~5 d 边生长边发酵,而后,随着酒醅中酒精含量的逐渐提高,大量对环境耐受力差的酵母菌发生自融消亡。在酒精主发酵期内产生了大量热量,促进了酒醅温度的迅速升高。

在发酵中后期,窖池酒醅处于厌氧环境,乳酸菌的代谢活动开始活跃,产生了大量的乳酸,促使窖内酒醅的酸度迅速升高。在此阶段,酒醅内酸与乙醇的含量都很高,酸醇酯化反应加速,生成了大量以乳酸乙酯为主的酯类物质。

另外,我们对窖池中层边缘糟醅进行了取样分析,结果表明,中层边糟醅样中的己酸、丁酸以及它们相对应的己酸乙酯、丁酸乙酯的含量均高于同期的中层中心样。而己酸乙酯和丁酸乙酯可以通过己酸和丁酸分别与乙醇酯化产生,这证明己酸和丁酸以及相应的酯类物质的形成与来源于窖泥的功能性微生物息息相关。

3.2 对乳酸菌作用的再认识

过去人们谈增己降乳,主要是因为发酵过程中乳酸菌过度产酸,己酸菌代谢产己酸活动受到抑制,造成酒体中乳酸和己酸以及它们相应的乙酯比例失调,进而失去浓香型白酒的典型风格。然而,乳酸菌在浓香型白酒生产中的重要作用不可忽视,在发酵中后期,糟醅中的乳酸菌占据了微生物的主体地位,通过代谢活动产生了大量的乳酸,有效地抑制了部分杂菌的代谢活动。乳酸菌代谢产生的乳酸以及由乳酸衍生而来的乳酸乙酯是酒醅中除乙醇外的最重要的微生物代谢产物。通过蒸馏,部分乳酸和乳酸乙酯进入酒体中,它们与其他成分按适当比例存在,能够增强酒体的浓厚感,是浓香型白酒风格形成的重要物质基础。

因此,我们需要在生产中对乳酸菌进行有效的控制,控制其代谢所产生的酸酯在合理的范围内,对发酵产酒以及最终酒体风格的形成作出积极的贡献。●

苏鲁豫皖打造黄淮流域名酒带

本刊讯:根据苏鲁豫皖第四届白酒峰会预备会商定,苏鲁豫皖第四届白酒峰会将于 2007 年 10 月 18 日在安徽省亳州市召开。

苏鲁豫皖白酒峰会是由安徽省酒业协会、江苏省白酒专业协会、山东省白酒工业协会、河南省酒业协会和重点骨干企业于 2004 年发起并举办的一项行业盛会。峰会的宗旨是加强行业信息交流,促进共同发展,尽快形成以黄淮流域为特色的名酒带,促进地方经济快速发展。目前已成功举办三届,取得了四省白酒企业的广泛认可。

第四届白酒峰会将由安徽古井贡股份有限公司承办,安徽省酒业协会将在大会上作苏鲁豫皖白酒行业 2006 年生产和经济运行情况的报告,著名白酒专家沈怡方将作苏鲁豫皖白酒风格研讨技术总结报告,安徽古井贡股份有限公司董事长王锋、安徽口子酒业股份有限公司董事长徐进将就企业发展状况及营销工作作重点发言。(小凡)