丢糟复式发酵工艺优化(一):不同发酵模式对白酒生产的影响

杨 艳[1],张宿义[1,2],易 彬[2],邱登荣[2],邓小利[1],陈 杰[1],聂 挺[1],张 兵[1]
(1.泸州科源生物科技有限公司,四川 泸州 646000;2.泸州老窖股份有限公司,四川 泸州 646000)

摘 要: 白酒丢糟在 4 种不同的发酵模式下生产白酒,通过对比糟醅微生物数量变化,酒醅理化指标变化和基酒酒质,得知方案 4 为白酒丢糟复式发酵的最优工艺。

关键词: 白酒丢糟; 微生物; 物质代谢; 酒质; 发酵模式
中图分类号: TS262.3;TS261.4;Q93-3 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-9286(2012)10-0069-05

Optimization of Complex Fermentation of Distiller's Grains(Ⅰ)

Effects of Different Fermentation Pattern on Liquor Production

YANG Yan[1], ZHANG Suyi[1,2], YI Bin[2], QIU Dengrong[2], DENG Xiaoli[2], CHEN jie[1], NIE Ting[1] and ZHANG Bing[1]
(1.Luzhou Keyuan Biological Technology Co.Ltd., Luzhou, Sichuan 646000; 2.Luzhou Laojiao Co. Ltd., Luzhou, Sichuan 646000, China)

Abstract: Distiller's grains were used to produce liquor by use of four different fermentation patterns. Through the comparison of microbial quantity in distiller's grains, physiochemical indexes of fermented grains, and the quality of base liquor, it was found that fermentation pattern Four, namely, complex fermentation was the best choice.

Key words: distiller's grains; microorganism; metabolism; liquor quality; fermentation mode

白酒丢糟是酿酒业的副产品,含粗蛋白 14 %~23 %,粗淀粉 10 %~13 %,同时含有丰富的氨基酸和大量的香味成分[1],如果不对其加以处理或有效利用,不仅给环境治理带来沉重的负担,相对于资源利用来说也是极大的浪费。白酒丢糟利用已成为近年白酒生产的研究热点之一,其有的可用于制作饲料[2-4]、农肥、制取甘油,有的用于制曲、栽培蘑菇[5]、提取氨基酸及微量元素,有的经微生物处理后提取菌体蛋白和乳酸制品,也有的加酶和酵母进行再发酵产酒[6-7]。将丢糟用作饲料、农肥,营养价值和附加值都不高;培养蘑菇的丢糟用量不大;提取菌体蛋白和制取乳酸,设备投资大,工艺要求严;再发酵产酒,不仅能利用丢糟中残留的香味成分,节约成本,也适应现阶段开发新型白酒的需要,更提高了资源的综合利用效率。丢糟再发酵直接蒸馏产酒或串蒸后产酒,以往的研究主要集中在加酶和酵母的种类和数量方面,缺乏系统的工艺研究,导致酒质不稳定。为此,本课题组系统地研究了白酒丢糟复式发酵生产白酒工艺,为白酒丢糟的再利用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料

糟源:某酒业公司蒸馏取酒后丢糟,无霉变。

1.2 实验方法

以丢糟为研究对象,先后跟踪测定了复式发酵过程中的温度变化、微生物数量变化、物质代谢情况以及基础酒质量。分别取综合酒样入库,单独贮存,动态跟踪取酒样分析。

设置 4 种不同的发酵模式发酵,编号分别为方案 1、方案 2、方案 3 和方案 4。入窖发酵,正常管理,发酵期为 30 d。

2 结果与分析

2.1 发酵过程温度变化

对丢糟复式发酵过程中的温度变化进行监测分析,结果见图 1~图 4。

由图 1、图 2 可知,在酒糟发酵过程中,各层温度变化幅度较平稳,整个体系呈现出上层温度>中层温度>

收稿日期:2012-06-12
作者简介:杨艳(1984-),女,四川泸定人,硕士,助理工程师。从事酿酒微生物研究,发表论文数篇,E-mail: heyao12503035@163.com。
通讯作者:张宿义(1971-),男,教授级高工,从事酿酒技术及酒体设计研究。

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

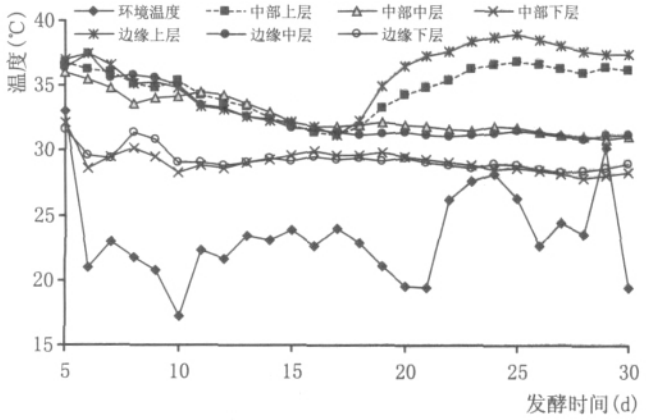

图 1 方案 1 发酵温度变化

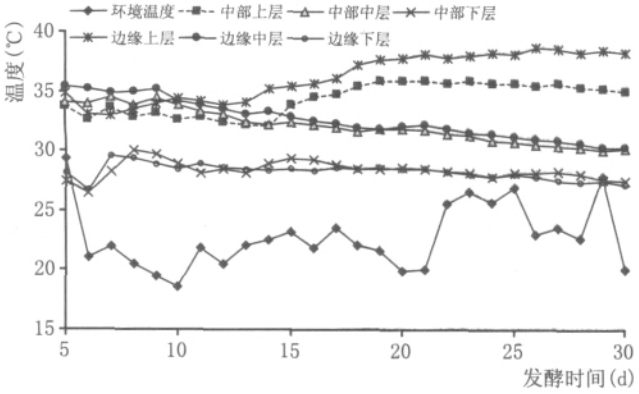

图 2 方案 2 发酵温度变化

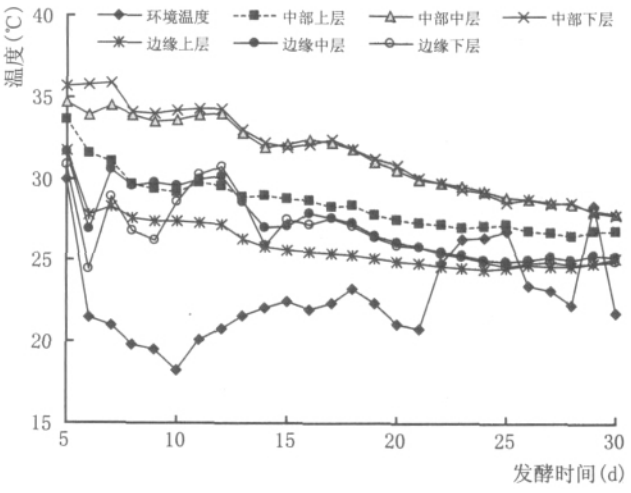

图 3 方案 3 发酵温度变化

下层温度的趋势。方案 1 发酵中期(17 d 左右),中部和边缘上层温度都有明显的上升趋势。相同的层面,边缘温度高于中部温度,特别是边缘上层温度明显高于中部上层温度。体系受环境温度影响较小,发酵过程比较稳定。

由图 3、图 4 可知,方案 3、方案 4 酒糟发酵温度均低于方案 1、方案 2,各层温度有一短暂的波动上升过程,然后呈递减趋势,降幅平稳。发酵末期(25～30 d),边缘和中心各层温度差异不明显,最终维持在 25 ℃左右。因复

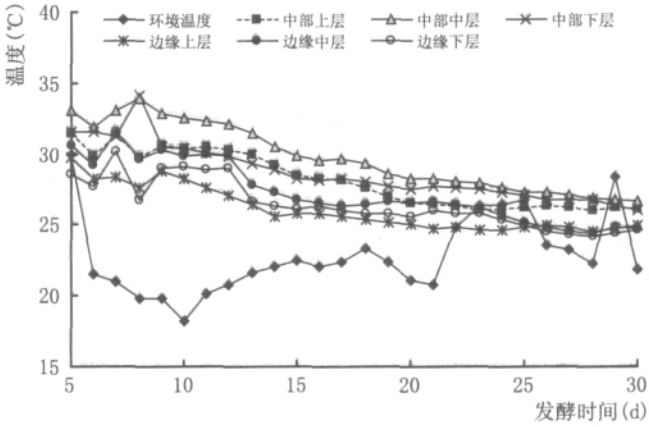

图 4 方案 4 发酵温度变化

式发酵是丢糟残余淀粉的再利用过程,且大部分淀粉在上一轮蒸馏中已老化,不能充分被微生物利用;另因丢糟营养水平的限制,微生物有氧呼吸相对较弱,故糟醅升温缓慢且时间短,不会表现出粮食糟醅发酵"前缓-中挺-后缓落"的温度变化。当微生物呼吸释放的热量小于向环境散发的热量,糟醅表现出降温,但是窖池密闭体系本来就有保温性能,故降温相对缓慢直至平衡。

2.2 发酵过程微生物数量变化

对丢糟复式发酵过程中的温度变化进行监测分析,结果见图 5～图 8。

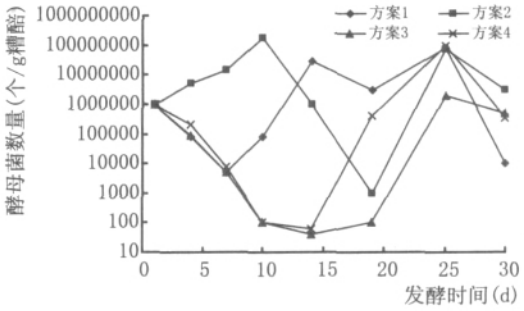

图 5 酒糟发酵过程中酵母菌数量变化

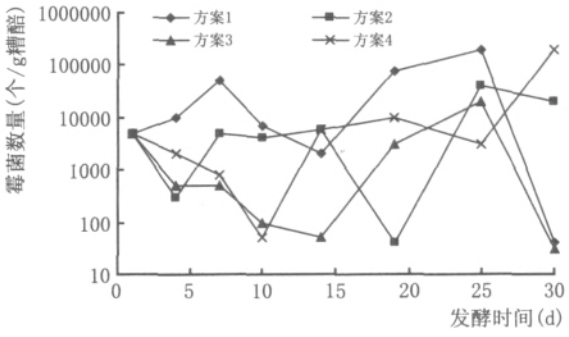

图 6 酒糟发酵过程中霉菌数量变化

由图 5～图 8 可知,在 4 种发酵体系中,随着发酵时间的延长,微生物数量呈波动变化;发酵初期,微生物处于活跃状态,继续利用丢糟中残余的养料和溶氧进行生

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

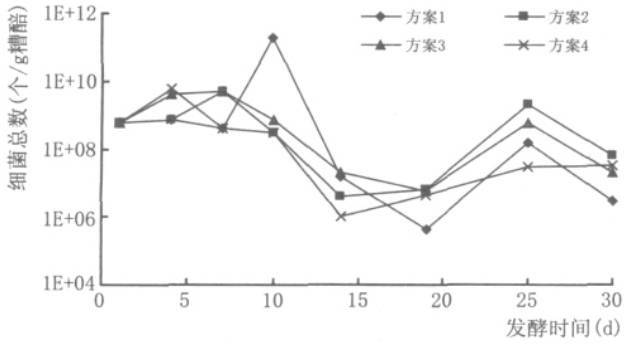

图 7　酒糟发酵过程中细菌数量变化

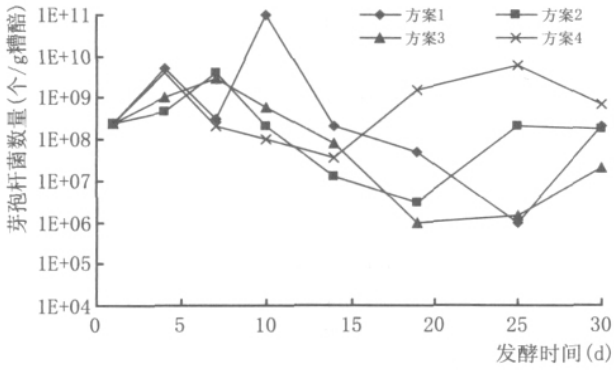

图 8　酒糟发酵过程中芽孢杆菌数量变化

长繁殖，细菌、芽孢杆菌等微生物表现出微小的增长态势；发酵模式的不同，对酵母菌和霉菌的生长有不同影响，所以有的数量增加，有的数量减少。至发酵结束，细菌总数比起始数量少了 1 个数量级，其余种类微生物数量增长也不明显，可能是在发酵后期，由于丢糟中可再利用的养料和氧气几乎耗尽，不能满足微生物生长繁殖所需，而导致数量下降。不同的发酵模式下，细菌和芽孢杆菌数量变化没有霉菌和酵母菌明显，说明发酵环境条件的不同，对糟醅中酵母和霉菌的影响较大。

2.3　发酵过程部分理化指标变化

2.3.1　发酵过程理化指标变化

对丢糟复式发酵过程中的还原糖和水分含量进行分析，结果见图 9～图 12。

由图 9～图 12 可知，随着发酵时间的延长，不同发酵模式下，糟醅酸度、淀粉、还原糖和水分含量变化趋势相同。酸度持续增加，至发酵第 5 天，酸度增速平缓；淀粉含量递减，特别是方案 4 的糟醅淀粉含量降幅最明显，由 11.3 %下降到 6.5 %，降幅达 42.48 %，说明方案 4 较适合白酒丢糟再次发酵，残余淀粉利用率比其他发酵模式都高；还原糖含量持续降低，至发酵第 8 天，方案 2 和方案 4 的糟醅还原糖含量已接近 0；水分含量维持在 55 %～60 %，波动不大。

不同发酵模式下，淀粉含量递减，说明蒸馏取酒后的

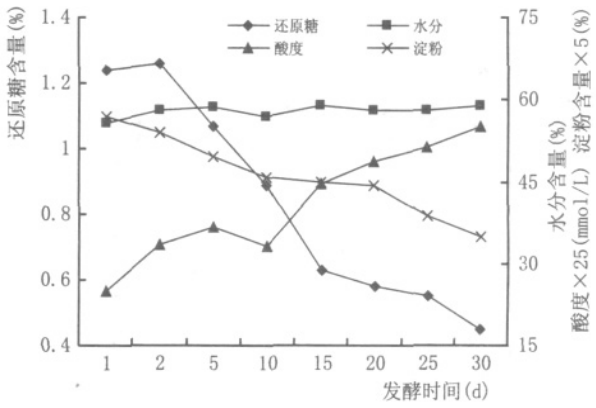

图 9　方案 1 发酵物质代谢变化

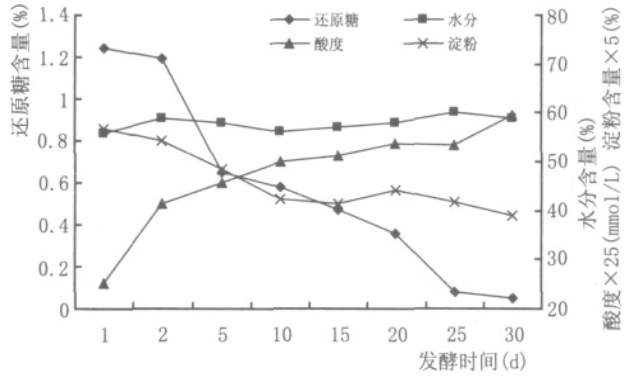

图 10　方案 2 发酵物质代谢变化

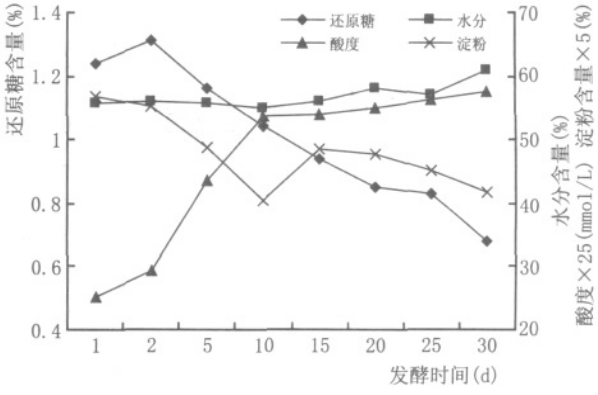

图 11　方案 3 发酵物质代谢变化

丢糟重新拌入 B 类酶后，在不同发酵模式下密封发酵，均能再利用残余淀粉，提高了粮食利用率。因蒸馏过程的高温使部分淀粉老化，不能被微生物利用，故淀粉含量不可能无限制的降低，发酵后期淀粉保持稳定。

2.3.2　发酵过程糟醅浸提液色谱成分变化

对丢糟复式发酵过程中的糟醅进行浸提，采用液相色谱分析其成分变化，结果见表 1～表 4。

由表 1～表 4 可知，随着发酵时间的延长，酒醅中的物质种类呈先增加后减少的趋势，可能与后期微生物数量的减少有关。发酵中期到后期（15～25 d）糟醅浸提液

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

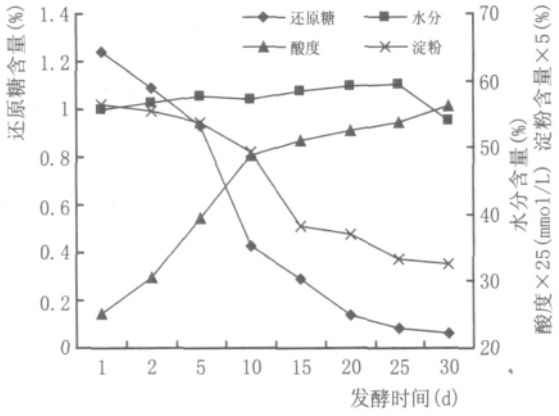

图 12 方案 4 发酵物质代谢变化

表 1 方案 1 发酵糟醅浸提液色谱分析 (mg/100 g 糟)

检测指标	发酵时间(d)					
	1	7	15	20	25	30
乙酸乙酯+乙缩醛	7.90	7.50	14.70	33.30	44.30	34.10
丁酸乙酯	—	11.20	13.70	14.70	15.30	12.10
己酸乙酯	—	3.90	4.30	7.60	9.00	8.50
乳酸乙酯	20.90	41.60	34.60	36.80	17.40	13.90
乙酸	724.80	1024.80	1618.30	1826.50	1820.70	224.90
丁酸	86.60	102.30	131.50	126.70	276.80	83.60
己酸	86.20	99.80	233.40	219.40	496.10	183.50
棕榈酸乙酯	20.10	173.80	279.80	292.40	121.30	129.10
硬酯酸乙酯	135.10	148.10	241.30	301.70	212.40	163.10
油酸乙酯	175.30	145.20	191.70	447.60	149.40	167.50
亚油酸乙酯	365.50	319.90	352.60	360.30	363.50	424.60

表 2 方案 2 发酵糟醅浸提液色谱分析 (mg/100g 糟)

检测指标	发酵时间(d)					
	1	7	15	20	25	30
乙酸乙酯+乙缩醛	7.90	7.20	15.20	35.20	44.30	36.00
丁酸乙酯	—	11.50	13.80	13.70	14.50	11.80
己酸乙酯	—	6.10	9.60	9.50	10.10	9.20
乳酸乙酯	20.90	28.50	7.30	8.10	27.80	21.10
乙酸	750.30	802.30	886.40	1041.20	1852.30	1256.30
丁酸	86.60	98.90	172.30	106.50	378.80	165.90
己酸	86.20	106.30	315.80	189.30	629.30	325.50
棕榈酸乙酯	20.10	199.30	251.80	286.80	116.90	121.10
硬酯酸乙酯	135.10	162.00	222.30	203.40	185.60	147.70
油酸乙酯	175.30	159.30	189.20	444.10	135.40	156.10
亚油酸乙酯	365.50	349.90	352.00	183.00	311.20	390.40

色谱成分最丰富，说明此时是丢糟中残余淀粉转化为各种呈香呈味物质的主要阶段。发酵 25 d 后，各类色谱成分含量减少，说明呈香呈味物质生成过程基本结束。随着发酵时间的延长，各种酸类呈先增加后减少的趋势；酯类呈波动变化，高级脂肪酸酯类在发酵 20 d 左右含量最高，三大酯(丁酸乙酯、己酸乙酯、乳酸乙酯)在发酵 25 d 含量最高。发酵 1 d 时未能检出己酸乙酯和丁酸乙酯，可能是其在丢糟中的残余含量低，未达到仪器的检测限；随着发酵的进行，积累己酸乙酯和丁酸乙酯，含量逐渐增加。从检测含量比较，表明方案 4 发酵能生成较多的己酸乙酯，对糟醅的呈香作用比较明显。

表 3 方案 3 发酵糟醅浸提液色谱分析 (mg/100 g 糟)

检测指标	发酵时间(d)					
	1	7	15	20	25	30
乙酸乙酯+乙缩醛	7.90	7.30	15.10	37.60	44.90	39.50
丁酸乙酯	—	12.10	15.60	13.90	15.70	13.20
己酸乙酯	—	3.10	3.70	4.30	8.20	7.40
乳酸乙酯	20.90	27.10	19.50	51.90	33.50	30.70
乙酸	985.40	1125.40	1323.80	1292.40	1641.00	1100.70
丁酸	86.60	87.50	158.80	132.50	259.40	132.10
己酸	86.20	90.80	294.40	178.50	450.90	209.40
棕榈酸乙酯	20.10	199.30	16.50	275.70	114.00	104.00
硬酯酸乙酯	135.10	157.30	199.20	277.00	200.40	182.30
油酸乙酯	175.30	156.50	173.90	419.80	139.30	132.70
亚油酸乙酯	365.50	358.50	285.10	322.00	332.40	342.80

表 4 方案 4 发酵糟醅浸提液色谱分析 (mg/100 g 糟)

检测指标	发酵时间(d)					
	1	7	15	20	25	30
乙酸乙酯+乙缩醛	7.90	7.80	15.20	32.30	38.40	34.00
丁酸乙酯	—	12.60	13.80	14.90	15.20	14.10
己酸乙酯	—	7.10	10.30	11.60	14.70	13.80
乳酸乙酯	20.90	45.40	65.90	58.60	37.60	28.90
乙酸	847.20	918.70	1032.80	1175.60	1435.40	1270.60
丁酸	86.60	98.30	116.20	179.00	242.40	83.70
己酸	86.20	86.70	161.30	248.40	403.60	147.20
棕榈酸乙酯	20.10	195.70	256.40	287.10	120.00	129.00
硬酯酸乙酯	135.10	155.30	246.20	280.60	195.70	170.90
油酸乙酯	175.30	151.70	175.30	382.30	141.80	166.10
亚油酸乙酯	365.50	336.30	304.20	392.20	359.20	446.30

2.4 基础酒质量变化

对丢糟复式发酵生产的基础酒进行分析，结果见表5。

由表 5 可知，随着储存时间的延长，基础酒总酸含量增加，总酯含量降低，正是贮存过程中酯类水解成酸所致。综合多次尝评结果，可知方案 4 产酒口感最好，质量最佳，且保持良好的稳定性。由图 8 可知，从发酵 17 d 开始，方案 4 的糟醅中芽孢杆菌数量多于其他发酵模式，芽孢杆菌类微生物能水解淀粉、蛋白质等大分子物质，产生丁酸和己酸等有机酸，有的还能形成双乙酰等芳香物质，对糟醅呈香起着关键性作用。因此，方案 4 的发酵模式适于丢糟再次发酵，芽孢杆菌类微生物生长旺盛，促进糟醅呈香，生产的酒质优且口感最佳。

3 结论

传统白酒酿造工艺以粮食为原料，开放式生产网罗

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 5　基础酒质量检测结果

取样时间	检测指标	方案 1	方案 2	方案 3	方案 4	备注
新酒	总酸(g/L)	1.66	1.47	1.36	1.54	
	总酯(g/L)	2.94	2.84	2.94	3.03	
	酒度(%vol)	67.1	68.3	68.8	67.0	
	尝评	80 分	80 分	90 分	95 分	方案 4>方案 3>方案 1、方案 2
贮存半年	总酸(g/L)	1.80	1.67	1.53	1.74	
	总酯(g/L)	2.75	2.64	2.76	2.91	
	酒度(%vol)	66.2	67.7	68.1	66.2	
	尝评	85 分	85 分	80 分	95 分	方案 4>方案 1、方案 2>方案 3
贮存 10 个月	总酸(g/L)	1.86	1.65	1.5	1.75	
	总酯(g/L)	2.73	2.46	2.73	2.76	
	酒度(%vol)	66.3	67.7	68.0	66.3	
	尝评	80 分	85 分	85 分	95 分	方案 4>方案 3、方案 2>方案 1
贮存 1 年	总酸(g/L)	1.93	1.74	1.57	1.77	
	总酯(g/L)	2.45	2.20	2.33	2.61	
	酒度(%vol)	65.8	66.9	67.3	65.3	
	尝评	80 分	85 分	90 分	95 分	方案 4>方案 3>方案 2>方案 1

环境中复杂的微生物，并以粮食中淀粉发酵产乙醇为主线，同时伴随淀粉、蛋白质、脂肪、维生素等降解为种类繁多的香味物质。传统的白酒酿造，提取的香味物质只占酒体重量的 1 %～2 %，绝大部分残留在丢糟中[8]。本试验优化了白酒丢糟利用的生产工艺，筛选出方案 4 是丢糟再利用的最优发酵模式，使丢糟淀粉含量从 11.3 %下降到 6.5 %，生产出的酒口感最好，提高了基础酒的质量等级，也提高了资源再利用率。后续工作将对白酒丢糟利用其他工艺进行优化。

参考文献：

[1] 沈怡方.固态发酵法白酒糟深加工成商品的思考[J].酿酒科技,1999(2):17-19.

[2] 王肇颖,肖敏.白酒酒糟的综合利用及其发展前景[J].酿酒科技,2004(1):65-67.

[3] 刘晓牧,吴乃科.酒糟的综合开发与应用[J].畜牧与饲料科学,2004(5):9.

[4] 贺鸣,李胜利.发酵酒糟对肉牛和奶牛生产性能的影响[J].中国饲料,2004(5):24-27.

[5] 王世东,周学政.酒糟栽培鸡腿菇高产技术[J].中国食用菌,2004(6):30.

[6] 张建华,王传荣,沈洪涛.TH—ADDY 和糖化酶在浓香型大曲丢糟中的应用[J].酿酒科技,2003(4):60-61.

[7] 张礼星,唐湘华,唐胜,等.里氏木霉纤维素酶在大曲丢糟中的应用[J].酿酒科技,2000(3):52-53.

[8] 许德富,苏利章,张宿义,等.丢糟复式发酵过程的微生态演变趋势研究[J].酿酒科技,2010(9):30-35.

2012 年 1～6 月我国酿酒行业总产量达 3507.34 万千升

本刊讯 据国家统计局统计，2012 年 1～6 月，我国酿酒行业总产量 3507.34 万千升(含饮料酒及发酵酒精)，同比增长 7.2 %，全行业完成工业总值 3587.34 亿元，同比增长 23.15 %。其中，酒精行业累计完成产量同比增长 7.85 %，累计完成工业总产值同比增长 19.88 %；白酒行业累计完成产量同比增长 17.2 %，累计完成工业总产值同比增长 28.67 %；啤酒行业累计完成产量同比增长 4.85 %，累计完成工业总产值同比增长 12.51 %；葡萄酒行业累计完成产量同比增长 17.51 %，累计完成工业总产值同比增长 15.51 %。白酒行业生产增长较快，酒精行业、啤酒行业、葡萄酒行业增长较为平稳。

上半年，全行业实现工业销售产值 3500.78 亿元，同比增长 23.32 %；实现销售收入 2986.93 亿元，同比增长 22.98 %；利润总额 396.66 亿元，同比增长 30.46 %。其中，酒精行业实现工业销售产值 344.04 亿元，同比增长 17.19 %，利润总额同比增长 17.40 %；白酒行业实现工业销售产值 2023.11 亿元，同比增长 29.65 %，利润总额同比增长 42.61 %；啤酒行业实现工业销售产值 809 亿元，同比增长 12.97 %，利润总额同比下降 14.49 %；葡萄酒行业实现工业销售产值 176.19 亿元，同比增长 19.89 %，利润总额同比增长 7.00 %。海关数据显示，上半年，酿酒行业出口交货值 30.55 亿元，同比增长 18.72 %。(小小)

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net