

喷射液化法工艺生产黄酒的应用与优化

孔令春,叶红憬,岑琪琳

(杭州西湖酒厂,浙江 杭州 310023)

摘要: 以大米、小麦为主要原料,用喷射液化法工艺生产黄酒,其中耐高温 α -淀粉酶液化,黄曲霉(苏16#)为主要糖化菌。此工艺主要包含采用速酿酒母、分前酵(一次投料和二次投料)和后酵,前酵控温30℃每2h通气,并在二次投料后视发酵情况加入适量糖化酶^[1],可提高发酵速率,发酵4d后,泵入后酵罐养醅。结果表明,该喷射液化法工艺应用效果明显。

关键词: 黄酒; 喷射液化; 速酿酒母; 前酵; 后酵

中图分类号:TS262.4;TS261.4

文献标识码:B

文章编号:1001-9286(2012)06-0082-04

Application and Optimization of the Production of Yellow Rice Wine by Starch Liquefaction

KONG Lingchun, YE Hongjing and CEN Qilin

(West Lake Winery, Hangzhou, Zhejiang 310023, China)

Abstract: Using rice and wheat as main raw materials, yellow rice wine was produced by starch liquefaction (high temperature α -amylase was liquefied and *Aspergillus flavus* (Su16#) used as the main saccharolytic bacteria). Traditional "feeding" technology was the mainstay of the new technology, mainly including rapid-fermenting yeast, former-stage fermentation (the first feeding and the second feeding) and latter-stage fermentation. In former-stage fermentation, temperature controlled at 30℃ and aeration pipes supplied every 2 hours, right amount of saccharifying enzyme added if the fermenting status after the second feeding was not so good which could accelerate fermenting rate, 4d after the fermentation, the fermented liquid conveyed to the latter-stage fermentor by pipes. The final results suggested that starch liquefaction could achieve satisfactory effects in practice.

Key words: yellow rice wine; starch liquefaction; rapid-fermenting yeast; former-stage fermentation; latter-stage fermentation

原喂饭法工艺生产黄酒^[2],其耗粮多、体力劳动强度大、生产周期长,从而严重影响了企业发展。因此,寻求一种新型黄酒生产工艺显得日益重要和迫切。本课题组依据原喂饭法工艺,参考啤酒生产工艺、酒精生产工艺及部分研究报道^[3],经过大量生产试验,实践出一种全新的喷射液化法工艺,并对精简工艺操作、节约原料能耗、风味探究等方面进行试验。该工艺生产黄酒时,前酵分2次投料并使用熟曲,使产品品质保留部分原喂饭法工艺特征,不仅满足消费者对原口感风味的需求,同时一定程度提升了黄酒品质。本实验主要研究对喷射液化法工艺的应用,并对主发酵工艺进行了优化。

1 材料与方法

1.1 原料与设备

大米、小麦,桐乡市华兴米业有限公司;酿酒高活性

干酵母(黄酒专用),湖北安琪酵母股份有限公司;熟曲、原黄酒醅,本厂生产;糖化酶、酸性蛋白酶,江苏博立生物制品有限公司;耐高温 α -淀粉酶(味精专用),江苏博立生物制品有限公司;食品添加剂磷酸,江苏澄星磷化工股份有限公司;无水 CaCl_2 ,浙江巨化新联化工有限公司; Na_2CO_3 (食用碱),中国石化集团南京化学工业有限公司。

砂盘淀粉磨,宁波市江北新丰粮食机械有限公司;新型高压蒸汽喷射液化器,安徽天长市兴泉喷射液化器厂;螺旋板式热交换器,无锡市顺达化工容器设备厂;酒母罐、前酵罐、后酵罐,本厂设计制造;控温、通气系统,本厂设计制造。

1.2 检测方法

还原糖:斐林法;酒精度:蒸馏法;总酸度、氨基酸态氮:滴定法;酵母细胞数及出芽率:平板计数法等^[4]。

1.3 工艺流程及要点

基金项目 杭州市技术创新项目,杭经技术[2010]224号22.《黄酒生产的继承与创新》。

收稿日期:2012-04-05

作者简介:孔令春(1986-),男,重庆人,从事黄酒发酵研究、工艺改革等工作,获2011年度杭州市总工会职工优秀技术攻关项目三等奖。

优先数字出版时间 2012-05-31;地址:<http://www.cnki.net/kcms/detail/52.1051.TS.20120531.1036.001.html>。

大米→浸米→磨浆→调浆→喷射液化→冷却→酒母→前酵(冷却)→后酵→压榨→过滤→灭菌→基酒→勾兑→成品

浸米:在常温下浸泡 4~6 h,放水量应高于米面 5 cm,并将浮在表面的糠粃和杂物冲净;

磨浆:带米浆水进入砂盘淀粉磨,大米粉碎度过 30~50 目筛为宜;

调浆:加水定容,加 0.2%(以下均以占原料比例计)无水 CaCl_2 ,随喷射液化操作加 Na_2CO_3 溶液调 pH 值为 6.2~6.5;

喷射液化:料浆→喷射液化器作用(加 0.1%耐高温 α -淀粉酶,102~108℃)→闪蒸罐(95~100℃)→维持罐(90~95℃)→冷却→投料;

酒母:冷却(58~62℃)→糖化酶(1.5~2 h)→冷却(40~45℃)→0.05%酸性蛋白酶,加磷酸调 pH 值为 4.5~4.0→加水定容→冷却(34℃)→加黄酒活性干酵母→冷却(26℃)→头耙(静置 4~8 h)→通气(每 2 h,控温 28℃)→酒母;

前酵:冷却(28~30℃,一次投料)→加水定容→冷却(26~28℃)→加 3%熟曲→头耙(静置 6~8 h)→通气(每 2 h,控温 30℃)→冷却(30℃,二次投料)→加 3%熟曲→通气(每 2 h,控温 30℃)→通气(每 4 h,控温 30℃)→冷却(28℃)→通气(每 4 h)→冷却(15~28℃);

后酵:冷却(15~28℃)→打入后酵罐→通气→压榨;头耙即第一次通气。

2 结果与分析

2.1 调浆加水量的调整

调浆加水量是喷射液化工艺的一个重要参数,料浆浓度过高会影响喷射液化器使用寿命及料液输送,料浆浓度过高过低对生产能耗(蒸汽使用量及用电量)均有影响。调浆加水量的调整对生产工艺结果的影响见表 1。

由表 1 可以看出,原料粉碎度为过 30~50 目筛且固

表 1 调浆加水量与生产工艺的关系

固浆比	液化喷射器反应情况	碘反应情况	设备反应及能耗
1:2	剧烈振动	60 min 后碘反应消失不完	易堵塞,能耗大
1:2.25	不振或少见微振	50 min 后碘反应基本消失	顺利,能耗小
1:2.5	不振	40 min 后碘反应基本消失	顺利,能耗大
1:2.75	不振	30 min 后碘反应基本消失	很顺利,能耗大

注:固浆比是指大米质量与料浆体积数字比,测试碘反应时所取料液在进闪蒸罐处。

浆比在 1:2.25 时为最佳工艺参数。

2.2 液化作用时间对黄酒生产工艺及黄酒品质的影响

实际生产中,经喷射液化器作用后,若液化时间过短,液化不彻底会影响产品出品率;若液化时间过长,一是前酵氨基酸含量过高,酵母生长过于旺盛易引起溢罐及后酵酵母的过早衰败,二是会增加冷却用水及能耗(用电量)并延长投料时间。液化时间与黄酒生产工艺及黄酒品质的关系见表 2。

表 2 液化时间与黄酒生产工艺及黄酒品质的关系

液化时间	投料用时(每 t)	碘反应情况	酒精度(%vol)
15	0.13 h	30 min 后碘反应基本消失	15.6
30	0.14 h	30 min 后碘反应彻底消失	16.4
45	0.16 h	30 min 后碘反应彻底消失	16.1

注:测试碘反应时,所取料液在进螺旋板式热交换器处,酒精度为后酵 15 d 所取样品化验结果。

2.3 酵母扩培条件对酒母质量的影响

酵母扩培依据黄酒发酵过程,加入熟麦或配以少量糖化酶作为糖化剂,在酵母扩培过程中,对发酵液的养分边分解边消耗,使酵母所需的各种营养物质趋于稳定,是酵母生长繁殖发酵的最佳条件。据此,本课题组做了数组试验,在分析试验结果后调整了部分参数,并得出适合发酵所需的酒母制作参数,结果见表 3。

由表 3 可看出,选择 20~24 h 为酵母扩培时间时,第 5 组、第 6 组、第 7 组、第 8 组、第 9 组可作为酒母。而一定浓度的糖分不仅可以抑制前期杂菌滋生,扩培过程中通过生物自然竞争抑制杂菌,还可保证 20~24 h 内的耗糖量,亦精简操作减少人为失误。

表 3 固液比、酵母接种量及糖化剂对酒母质量的影响

项目	固液比	接种量(%)	熟曲比例(%)	原黄酒醅比例(%)	糖化酶用量(%)	控温(℃)	酒精度(%vol)	总酸(g/L)	前糖(g/L)	后糖(g/L)	酵母细胞数(亿/mL)	出芽率(%)
1	1:2.9	0.2	3	20	—	32	6.9	0.295	7.8	6.55	1.07	4.67
2	1:3.1	0.2	5.5	28	—	32	7.4	0.354	6.87	6.29	0.97	7.73
3	1:3.2	0.35	2.5	5	—	30	5.5	0.307	8.15	3.8	1.25	16
4	1:3.3	0.25	3.5	—	—	28	4.3	0.283	6.75	3.57	1.6	12
5	1:3.4	0.2	3	—	—	30	4.9	0.236	5.73	2.89	2.41	15.35
6	1:3.4	0.3	7	—	0.05	30	8.1	0.26	3.55	1.62	3.9	18.7
7	1:3.5	0.3	8	—	0.2	30	5.9	0.33	13.75	5.9	5.95	15.5
8	1:3.3	0.2	—	—	0.4	28	8	0.307	14.5	3.75	3.45	15.9
9	1:3.3	0.1	—	—	0.2	28	7.7	0.33	11.5	3.9	2.96	11.84

注:前糖为加糖化剂后 3 h 测得,酒精度、还原糖、总酸、酵母细胞数及出芽率为酵母扩培 20~24 h 后化验所得,每组酒母试验均调 pH 值为 4.5~4.0,加 0.05%酸性蛋白酶^[5]。

2.4 酒母与前酵的反应关系

前酵与酒母质量的关系密切。在本厂设备条件下,日常投料量不变,依据原喂饭法工艺,先固定一投固液比 1:3.6,挑取酒母第 5 组、第 7 组、第 8 组、第 9 组作为试验组确定适合本厂酒母制作的酵母接种量和糖化酶添加量。结果见表 4。

表 4 酒母与前酵及黄酒品质的关系

项目	前酵反应情况	后酵 15 d		
		酒精度 (%vol)	酸度 (g/L)	氨基酸态氮 (g/L)
5	一投后溢罐 3 次,二投 24 h 后发酵正常	15.5	0.413	0.476
7	一投后溢罐 1 次,二投 24 h 后发酵迟缓	15.4	0.437	0.476
8	一投后溢罐 5 次,二投 24 h 后发酵偏缓	16.6	0.354	0.392
9	一投后溢罐 2 次,二投 24 h 后发酵正常	16.3	0.366	0.448

注:一投固液比是指大米质量与发酵液体积的数字比,本工艺在一投定容(二投不加水)时,需按前酵总固液比 1:3 加足所需水量,一投与二投比例越大,相对稀释浓度越低,一投发酵液面离罐口距离越小越易引起溢罐。

由表 4 可以看出,第 5 组、第 7 组,实际酵母扩培时,若添加熟曲会不可避免地混入过多杂菌,在后酵养醅时,当酵母活力速降,气温偏高易致酸败。故为了降低生产成本及精简操作,并确保酒母酵母细胞质量使其具有生物竞争优势。本课题组通过阶段生产实践得出:第 9 组最适作酒母。

2.5 一投加水定容对黄酒品质的影响

一投与二投比例过高引起溢罐浪费原料,因此一投固液比对整个发酵工艺有重要影响,结果见表 5。

由表 5 可以看出,合理调整一投与二投比例对前酵及整个发酵有利,对后酵总酸、氨基酸等风味物质形成也有一定促进作用。第 3 组为较优组;第 4 组,前急后缓,酵母过早衰亡;第 1 组、第 2 组溢罐致原料浪费。对于深冬季节半敞开式发酵,发酵表面气泡多,二投后易引起溢罐,可将一投固液比调整至第 2 组。

2.6 后酵养醅条件对黄酒品质的影响

总酸、氨基酸及非糖固形物对黄酒品质具有重要影响。经严格的 CIP 清洗,即使气温较高时,后酵前期也少

有酸败现象出现,后酵后期酵母活性下降直至大量死亡,乳酸菌及其他产酸杂菌开始生长,气温较高时易引起过酸。前酵因熟曲中蛋白酶活力较高氨基酸总量快速增加,而后酵开始放缓,7 d 后尤为明显^[6]。喷射液化工艺加入酶制剂及高温持续时间相对较长,使得非糖固形物较原喂饭工艺含量低^[7]。本课题组对后酵进罐温度及后酵通气进行了试验,结果见表 6。

表 6 后酵养醅条件与黄酒品质的关系

进罐温度 (℃)	通气	酒精度 (%vol)	总酸 (g/L)	氨基酸态氮 (g/L)	非糖固形物 (g/L)
15~20	少次或无	16.6	4.14	0.532	18.10
15~20	5 次	15.7	4.50	0.396	19.06
21~25	少次或无	16.0	4.86	0.504	19.94
21~25	5 次	16.2	4.50	0.476	19.66
26~28	少次或无	16.4	5.76	0.784	20.74
26~28	5 次	16.2	6.30	0.532	22.54

从表 6 可以看出,通气及提高温度均对乳酸菌及其他杂菌的生长繁殖有利,故易产酸;通气为各类微生物提供氧气使其生长不利于氨基酸的残留,而提高温度使熟曲中蛋白酶活性升高有利于氨基酸的残留;通气及提高温度均有利于非糖固形物残留,且与总酸呈一定的对应关系,但主要取决于液化作用程度及加曲量。实际工作中,气温较高时需冷却降温进后酵罐防止酸败,气温较低时可自然降温养醅减少水耗及能耗。

2.7 原工艺基酒与本工艺基酒的感官评价比较

感官评价的品评人员为原商业部黄酒评委岑琪琳老师。依据外观、香气、口感的感官反应强度,综合评价酒的风格特征,并按外观(10 分)、香气(25 分)、口味(50 分)、风格(15 分),满分 100 分进行评分。感官品评结果见表 7。

表 7 本工艺基酒与原工艺基酒的勾兑感官评价标准及结果

样品	原工艺基酒	本工艺基酒
外观	橙黄,清亮透明,有光泽(10分)	橙黄、清亮透明,有光泽(10分)
香气	具有传统工艺特有的醇香,无异香(20分)	具有特有的愉悦清香,无异香(25分)
口味	醇厚,爽口,后味长、略苦(40分)	醇和,鲜爽,后味略短、淡薄(40分)
风格	具有传统工艺固有的风格(10分)	具有清爽型黄酒固有的风格(12分)
评分	80分	87分

注:本工艺保持与原工艺加曲量一致。

表 5 一投固液比与前酵反应情况及黄酒品质的关系

项 目	一投固液比	前酵反应情况	前酵 4 d		后酵 15 d		
			酒精度(%vol)	总酸(g/L)	酒精度(%vol)	总酸(g/L)	氨基酸态氮(g/L)
1	1:3.6	一投后溢罐次数多,二投 24 h 后发酵正常	11.6	0.236	16.6	0.307	0.392
2	1:3.7	一投后溢罐次数少,二投 24 h 后发酵正常	12.0	0.307	16.0	0.319	0.392
3	1:3.8	一投后溢罐次数极少,二投 24 h 后发酵正常	13.0	0.271	16.7	0.307	0.420
4	1:3.9	一投后无溢罐现象,二投 24 h 后发酵较缓	14.5	0.354	16.1	0.260	0.532

注:本试验前后酵温度均为 15℃,后酵通气少或无。

表8 原工艺加饭酒与本工艺加饭酒勾兑的感官评价

样品	外观	香气	风味	风格	评分
原加饭酒	橙黄, 清亮, 透明, 色略深(8分)	酒香较浓(23分)	鲜甜, 后味长(42分)	具应有的风格(12分)	85分
勾兑比例3:1	橙黄, 清亮, 透明(10分)	酒香尚浓(22分)	入口尚柔, 鲜甜, 后味长(43分)	具应有的风格(12分)	87分
勾兑比例2:1	橙黄, 清亮, 透明(10分)	酒香尚浓(22分)	入口柔和, 鲜甜, 后味长(46分)	具应有的风格(12分)	90分

注: 加饭酒为基酒添加8%香雪酒制得。

由表7实际品评结果表明, 本工艺在一定程度上提升了香气及风格特征。一是严格的CIP清洗一定程度解决了原工艺后味略苦问题, 二是本工艺增加高温作用时间, 使氨基酸较完全释放, 使之具有愉悦的鲜爽特征, 总体改善了黄酒品质。本工艺偏向于制作清爽型黄酒。

2.8 原工艺加饭酒与本工艺加饭酒勾兑的感官评价测试

感官评价的品评人员为原商业部黄酒评委。同上, 依据外观、香气、口感的感官反应强度, 综合评价酒的风格特征, 并进行品评。结果见表8。

3 讨论

3.1 以上为本企业对喷射液化法工艺的生产实践与化验检测总结。通过对原料的粉碎及加入酶制剂, 提高原料利用率及缩短前酵时间, 使产品出品率提升6%, 每吨基酒耗水下降27.32%, 水煤浆下降5.34%; 通过速酿酒母及离心泵管道输送料液及酒醅, 有效减少灌醅过程的浪费及压榨后的黄酒糟, 减少劳动用工人次及劳动强度。为本企业全液态化生产黄酒提供技术经验支持。

3.2 由于大米及小麦品质差异, 使氨基酸与非糖固形物含量存在波动, 改变发酵条件对二者的影响甚微, 可作为辅助参考条件。而氨基酸与非糖固形物含量的多少一定程度上代表了酒的品种特征性, 改变喷射液化作用效果与加曲量可一定程度改变黄酒风味特征性, 以及大米产地等因素, 是否提高黄酒品质符合消费者口味等有待试

验。

3.3 总酸与氨基酸及非糖固形物呈一定对应关系, 三者对黄酒品质的影响有待进一步试验。

3.4 本工艺基酒后味略短, 与缺少原工艺拌曲搭窝培养的大量根霉代谢产物有关, 也与发酵时间缩短有关, 液态根霉曲的研制及添加是否有助于改善黄酒品质有待试验。

3.5 本企业后酵罐没有配置恒温系统, 气温过高时无法发酵生产, 前酵罐口小易引起前酵溢罐等问题。因此, 局部整改本企业部分生产设施、继续调整各项工艺参数及通过勾兑使各工艺产品优势互补等方式研制品质更佳的黄酒产品是本企业今后努力的方向。

参考文献:

- [1] 王卫国, 张广林, 曾明. 糖化酶在黄酒酿造中的应用探讨[J]. 酿酒科技, 1996(1): 52-53.
- [2] 傅金泉, 等. 黄酒生产技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005: 123-124.
- [3] 岳春, 卫红春. 全液态化生产黄酒的研究[J]. 食品工业科技, 2002(8): 70-72.
- [4] GB/T 13662—2008. 黄酒[S].
- [5] 杜士良, 黄建平. 酒用酸性蛋白酶在黄酒生产上的应用小试[J]. 酿酒科技, 2001(4): 67-68.
- [6] 张辉, 袁军川, 毛严根, 叶敏. 机制黄酒酿造生产过程中氨基酸变化研究[J]. 酿酒科技, 2009(2): 37-39.
- [7] 刘俊, 徐岩, 赵光鳌. 黄酒非糖固形物成分的研究[J]. 中国酿造, 2009(8): 24-28.

洋河股份(苏酒集团)产品专家品鉴会在宿迁举行

本刊讯 洋河股份(苏酒集团)产品专家品鉴会于2012年5月29日在宿迁举行。全国著名白酒专家沈怡方、曾祖训、高景炎、范仲仁、陶家驰、梁邦昌、赖登辉、赵光鳌等和部分国家评委张国强、吴建峰、郭永红、丁前胜、赵志昌等参加了品鉴会。会议由高景炎主持, 与会专家对52度梦三、52度梦六、52度梦九、52度绿苏和42度珍宝坊5个酒样进行了感官品鉴。综合意见为: 52度梦三无色透明, 香气幽雅, 绵甜柔顺, 酒体丰满, 协调, 尾净味长, 风格突出; 52度梦六无色透明, 香气幽雅, 细腻, 绵甜柔和, 酒体丰满, 圆润, 后尾净爽, 回味悠长, 风格突出; 52度梦九无色透明, 香气幽雅飘逸, 绵甜醇厚, 酒体丰满, 圆润细腻, 诸味协调, 回味悠长, 风格突出; 52度绿苏无色透明, 香气复合幽雅, 绵甜柔和, 酒体丰满, 细腻爽口, 尾净味长, 风格突出; 42度珍宝坊无色透明, 香气复合幽雅, 绵甜醇厚, 诸味协调, 酒体丰满, 余尾爽净, 风格突出。(小雨、孙悟)



品鉴会会场

样品	色	香	味	风格	总分	评语
(10分)	(25分)	(20分)	(15分)	(10分)	(100分)	
52度梦三						无色透明, 香气幽雅, 绵甜柔顺, 酒体丰满, 协调, 尾净味长, 风格突出。
52度梦六						无色透明, 香气幽雅, 细腻, 绵甜柔和, 酒体丰满, 圆润, 后尾净爽, 回味悠长, 风格突出。
52度梦九						无色透明, 香气幽雅飘逸, 绵甜醇厚, 酒体丰满, 圆润细腻, 诸味协调, 回味悠长, 风格突出。
52度绿苏						无色透明, 香气复合幽雅, 绵甜柔和, 酒体丰满, 细腻爽口, 尾净味长, 风格突出。
42度珍宝坊						无色透明, 香气复合幽雅, 绵甜醇厚, 诸味协调, 酒体丰满, 余尾爽净, 风格突出。

品鉴综合意见