

应用耐高温酒精活性干酵母和糖化酶进行鲜白酒糟酿造食醋的研究

王传荣¹, 夏如柏²

(1. 江苏食品职业技术学院, 江苏 淮安 223003; 2. 淮安市淮阴区苏北酱醋厂, 江苏 淮阴 223300)

摘要: 在浓香型大曲酒丢糟中添加 TH- AADY、糖化酶和纤维素酶酿造食醋, 同时配合应用生香 ADY。结果表明, 每 100 kg 鲜白酒糟平均产醋 33.5 kg, 产品质量、卫生指标均符合国家标准; 具有较好的经济效益和社会效益。

关键词: 综合利用; 白酒糟; TH- AADY; 糖化酶; 酿造; 食醋

中图分类号: X797; TS264.22; Q814

文献标识码: A

文章编号: 1001- 9286(2008)02- 0106- 04

Application of TH- AADY and Glucoamylase in Spent Distiller's Grains of Luzhou- flavor Daqu to Produce Edible Vinegar

WANG Chuan-rong¹ and XIA Ru-bai²

(1. Jiangsu College of Food Occupational Techniques, Huai'an, Jiangsu 223003; 2. Huaiyin Soy Sauce & Vinegar Factory, Huaiyin, Jiangsu 223300, China)

Abstract: TH-AADY, glucoamylase and cellulase were added in spent grains of Luzhou-flavor Daqu coupled with the use of aroma-producing ADY to produce edible vinegar. The results indicated that the average yield of vinegar was 33.5 kg for per 100 kg fresh spent distiller's grains and the quality and sanitary indexes of the produced vinegar met national requirements, which could produce satisfactory economic benefits and social benefits.

Key words: comprehensive utilization; spent distiller's grains; TH- AADY; glucoamylase; production; edible vinegar

白酒酒糟是白酒酿造的副产物。据统计, 目前全国每年大约有 2100 万 t 的鲜酒糟。因此, 白酒糟的综合利用对我国的资源开发和环境保护具有十分重要的意义。白酒糟残存许多未被完全利用的营养物质, 如淀粉、可发酵性糖等, 并且含有丰富的发酵副产物, 可进行多方面的综合利用。据有关研究报道, 酒糟的综合利用可包括利用酒糟生产饲料、生化产品、培养食用菌、酿制食醋等多种途径^[1~4]。

笔者根据本地实际情况, 结合食醋传统生产工艺, 开展应用现代生物技术进行鲜白酒糟酿造食醋的研究, 变废为宝, 提高其经济效益和社会效益。

1 材料与方法

1.1 试验材料与仪器

1.1.1 试验材料

耐高温酒精活性干酵母: 湖北宜昌安琪酵母股份有限公司。

糖化酶: 50000 u/g, 无锡杰能科生物工程有限公司。

纤维素酶: 40000 u/g, 无锡市雪梅酶制剂科技有限公司。

生香活性干酵母: 湖北宜昌安琪酵母股份有限公司。

鲜白酒糟: 淮阴天龙酒业有限公司。

食盐、麸皮等: 市购。

1.1.2 仪器与设备

分析天平: 型号为 TGA328, 分度值 0.1 mg, 上海分析仪器厂。

气相色谱仪: 型号为 1102, 上海分析仪器厂。

1.2 方法

1.2.1 耐高温酒精活性干酵母、糖化酶、纤维素酶产酒能力及适宜用量试验^[5]

取 3 因素 3 水平进行正交试验, 结果见表 1。

1.2.2 耐高温酒精活性干酵母和糖化酶进行鲜白酒糟酿造食醋的试验

1.2.2.1 工艺流程(图 1)

基金项目: 2006 年淮安市科技计划项目《应用耐高温酒精活性干酵母和糖化酶进行鲜酒糟酿造食醋的研究》, 项目编号为 HAG06056。

收稿日期: 2007- 10- 30

作者简介: 王传荣(1968-), 男, 江苏淮安人, 副教授、工程师, 主要从事发酵工程的教学、科研和生产工作。

表 1 因素水平设计

水平	因素 A 纤维素酶用量 (%)	因素 B 糖化酶用量 (u/g 淀粉)	因素 C 耐高温酒精活性干酵母用量(%)
1	0.05	150	0.1
2	0.1	200	0.15
3	0.15	250	0.2

新鲜热酒糟→摊冷→喷洒糖化酶液→拌匀→摊冷→喷洒纤维素酶液→拌匀→摊冷→喷洒耐高温酒精活性干酵母复水活化液→拌匀→入池酒精发酵→拌和入池→固态醋酸发酵→加盐→淋醋→加热灭菌→装瓶→成品

麸皮 生香活性干酵母复水活化液、麸皮、醋酸菌

图 1 工艺流程图

1.2.2.2 操作要点及说明

配料: 鲜酒糟 500 kg, 糖化酶 105 g, 纤维素酶 50 g, 耐高温酒精活性干酵母 75 g, 麸皮 100 kg, 生香活性干酵母 100 g, 醋酸菌种子 12 kg, 食盐 6.4 kg。

耐高温酒精活性干酵母及生香活性干酵母复水活化: 耐高温酒精活性干酵母的复水温度 38~40℃, 时间 10~15 min, 活化温度 35℃, 活化时间为 60 min, 复水活化液糖浓度为 5%, 复水活化液的用量为耐高温酒精活性干酵母用量的 20 倍。临用前适当稀释。

生香活性干酵母复水活化同耐高温酒精活性干酵母。

溶酶: 将糖化酶放入溶酶容器中, 加入 55~60℃ 的温水 10 kg, 搅拌溶化, 保温 30 min, 备用; 将纤维素酶放入溶酶容器中, 加入 45~50℃ 的温水 10 kg, 搅拌溶化, 保温 30 min, 备用。

入池: 将正常发酵面糟蒸酒后出甑摊凉, 通风扬凉降温至 55~60℃, 用喷壶洒入稀释后的糖化酶液, 拌匀; 继续摊凉降温至 45~50℃ 时, 用喷壶洒入稀释后的纤维素酶液, 拌匀; 再继续摊凉降温至 28~30℃ 时, 洒入稀释后的耐高温酒精活性干酵母复水活化液, 拌匀后收堆, 入窖发酵。

酒精发酵: 发酵期 72 h 左右, 发酵期间, 加强窖池管理工作, 做好踩窖, 防止裂口、霉变等现象发生。

醋酸发酵: 将酒精发酵完毕的酒醅与麸皮拌和在一起, 再加入生香活性干酵母复水活化液、醋酸菌, 水适量, 拌匀, 保证料醅水分在 85%~90%, 标准以手握捏指缝有水珠为宜, 然后将拌和均匀的醋醅倒入另一发酵池内, 一层一层用木锨拍实, 上层用塑料薄膜盖好, 四周封严, 发酵 20 d 左右。

醋醅发酵成熟的标志为深红色、发亮; 酸味出头, 香味协调。

期间做好松醅、回流工作。

加盐: 醋酸发酵结束后, 成熟醋醅的醋汁酸度已达到 5.0~6.0 g/100 mL。但为了避免醋酸继续氧化分解生成二氧化碳和水, 应立即加入食盐 32 kg 以抑制醋酸菌过氧化作用。池内加盐的方法是将食盐放置在醋醅面层, 用醋汁回流, 使食盐全部溶解。加盐后由于大池不能封池, 久放容易生热, 影响产品质量, 应立即淋醋。

淋醋: 淋醋在醋酸发酵水泥池(或缸)内进行。要求醋醅疏松、无疙瘩, 醅水比例 1:1, 加水浸泡 4~6 h, 即可淋醋。

成品醋: 将淋好的食醋通过管道入池进行澄清沉淀, 同时调整质量标准(国家二级食醋标准), 并加入防腐剂。一般食醋中加入 0.08% 的苯甲酸钠作为防腐剂, 生醋用薄板换热器进行灭菌, 灭菌温度 80℃ 以上, 时间 10~15 min。最后定量装瓶, 即为成品。

1.2.3 食醋质量检验方法

1.2.3.1 食醋感官鉴定方法

色泽、体态: 将食醋样品摇匀后, 用洁净量筒量取 20 mL 放入干净的 20 mL 比色管中, 在白色背景下观察其颜色, 并对光观察其澄清度及有无沉淀物。

香气: 用洁净量筒量取食醋样品 50 mL 放入干净的 150 mL 锥形瓶中, 轻轻摇动锥形瓶, 仔细嗅闻食醋气味。

滋味: 吸取食醋样品 0.5 mL 滴入口内, 然后涂布满口, 反复吮咂鉴别其滋味优劣以及后味长短, 第二次品尝时, 应用清水漱口后再进行品尝。

1.2.3.2 食醋总酸、总酯的检测

中和滴定法^[6-8]。

1.2.3.3 食醋的气相色谱检测

气相色谱检测条件: 仪器型号: 1102; 检测器: FID; 柱类型: 填充柱; 柱规格: $\phi 3\text{ mm} \times 2\text{ m}$; 载气类型: 氮气; 载气流量: 5.4; 氢气流量: 5.4; 空气流量: 4.8; 柱温: 恒温, 89℃; 检测器温度: 150℃; 进样器温度: 160℃; 灵敏度: 9; 衰减: 1; 进样量: 0.4 μL 。

积分方法: 面积归一法。

数据处理: N2000 数据工作站。

样品处理: 试验样各取 3 组, 每组试验样各取 100 mL, 以恒温水浴蒸馏, 得蒸馏液, 然后将每 3 组蒸馏液等量混合均匀, 得到 2 组试验样蒸馏液; 最后对该 2 组试验样蒸馏液分别进行气相色谱检测。

2 结果与分析

2.1 耐高温酒精活性干酵母、糖化酶、纤维素酶的产酒能力及适宜用量^[9]

2.1.1 耐高温酒精活性干酵母、糖化酶、纤维素酶产酒正交试验

正交试验结果见表 2。

表 2 耐高温酒精活性干酵母、糖化酶、纤维素酶正交试验结果

试验号	试验方案			试验结果
	A(‰)	B(u/g 淀粉)	C(‰)	出酒率(%)
1	0.05	150	0.1	3.25
2	0.05	200	0.2	3.28
3	0.05	250	0.15	3.36
4	0.1	150	0.2	3.48
5	0.1	200	0.15	3.65
6	0.1	250	0.1	3.54
7	0.15	150	0.15	3.57
8	0.15	200	0.1	3.52
9	0.15	250	0.2	3.59
K ₁ /9	3.30	3.53	3.44	对于出酒率来说, 最优组合为 A ₃ B ₂ C ₂
K ₂ /9	3.69	3.55	3.63	
K ₃ /9	3.63	3.53	3.55	
R	0.39	0.02	0.19	

注: 出酒率是指 100 kg 丢糟所产 60 %vol 的糟酒量。

2.1.2 糟酒产量及耐高温酒精活性干酵母、糖化酶、纤维素酶的适宜用量

从表 2 可看出, 每 100 kg 鲜白酒糟平均产糟酒 3.65 kg 左右。纤维素酶(40000 u/g)的用量为 0.1 ‰, 糖化酶的用量为 200 u/g 淀粉, 耐高温酒精活性干酵母的用量为 0.15 ‰。因此, 用鲜白酒糟酿造食醋是可行的。

2.2 鲜白酒糟出醋率和质量

2.2.1 鲜白酒糟出醋率(表 3)

表 3 鲜白酒糟出醋率

项目	池号					
	1#	2#	3#	4#	5#	6#
投料量(kg)	500	500	500	500	500	500
食醋产量(kg)	157	158	157	167	167	168
出醋率(%)	31.3	31.5	31.4	33.4	33.4	33.6
平均出醋率(%)	31.4		33.5			

注: 表中 1#、2#、3#为未加纤维素酶和生香活性干酵母; 4#、5#、6#为添加纤维素酶和生香活性干酵母。出醋率按酒糟数量计。

2.2.2 食醋质量

2.2.2.1 试验醋样的感官质量(表 4)

表 4 试验醋样的感官质量

项目	7#醋样	8#醋样
色泽	琥珀色	琥珀色
香气	具有固态发酵食醋固有的香气	具有固态发酵食醋固有的香气, 香气较好
滋味	酸味出头, 回味较绵长, 无异味	酸味较柔和, 回味绵长, 无异味
体态	澄清, 无沉淀物	澄清, 无沉淀物

注: 表中 7#醋样为 1#、2#、3#池所产食醋的平均混合样; 8#醋样为 4#、5#、6#池所产食醋的平均混合样。

表 5 试验醋样的主要理化指标

项目	7#醋样	8#醋样
总酸(以乙酸计, g/L)	6.77	6.80
总酯(以乙酸乙酯计, g/L)	2.09	2.13

注: 表中 7#醋样为 1#、2#、3#池所产食醋的平均混合样; 8#醋样为 4#、5#、6#池所产食醋的平均混合样。

2.2.2.3 食醋的气相色谱分析结果(见图 2、表 6、图 3 和表 7)

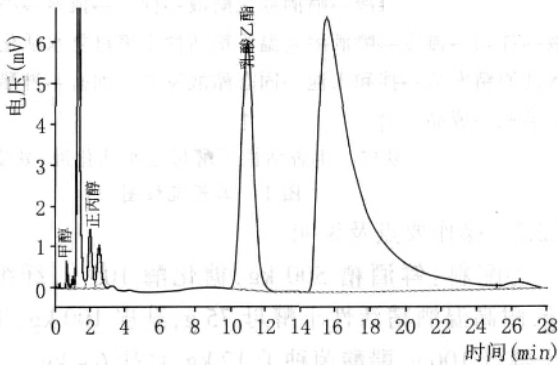


图 2 7# 醋样香味成分分析

表 6 7#醋样香味成分分析结果

峰号	峰名	保留时间 (min)	峰高	峰面积	含量 (%)
1	甲醇	0.673	299.658	1583.500	0.2409
2	乙醇	1.015	94.076	618.245	0.0940
3	乙酸乙酯	1.357	4427.748	52816.664	8.0338
4	正丙醇	2.065	106.365	1250.900	0.1903
5	仲丁醇	2.565	559.360	8615.100	1.3104
6	乳酸乙酯	11.098	2891.310	144686.297	22.0078
8	乙酸	16.515	2719.735	444789.688	67.6555
9	己酸乙酯	26.515	37.692	3072.600	0.4674

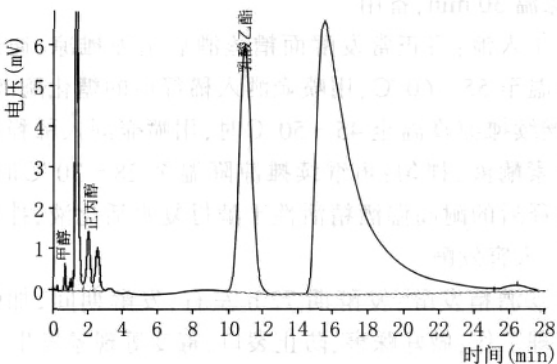


图 3 8# 醋样香味成分分析

从图 2、表 6、图 3 和表 7 可以看出, 添加纤维素酶和生香活性干酵母参与糖化、发酵的醋样比未加的醋样相比, 其主要香味成分乙酸、乙酸乙酯、己酸乙酯、正丙醇、乙缩醛等均有了一定程度的提高, 尤其是己酸乙酯、乙酸乙酯、乙缩醛等微量成分含量的提高对食醋香气的改善具有重要的意义。

8# 醋样和 7# 醋样的香味成分变化见表 8。

2.2.2.2 试验醋样的主要理化指标(表 5)

表7 8#醋样香味成分分析结果

峰号	峰名	保留时间 (min)	峰高	峰面积	含量 (%)
1	甲醇	0.673	614.355	3484.882	0.2348
2	乙醇	1.015	238.474	1844.752	0.1243
3	乙酸乙酯	1.332	12445.512	121192.250	8.1665
4	正丙醇	2.007	1387.724	22203.502	1.4962
5	仲丁醇	2.540	1008.471	17915.115	1.2072
6	乳酸乙酯	10.948	5984.942	292200.000	19.6899
8	乙酸	15.498	6686.333	1009709.375	68.0392
9	己酸乙酯	26.465	147.650	15285.224	1.0300

表8 8#醋样和7#醋样香味成分变化情况

峰号	成分名称	香味成分含量(%)		变化情况	
		8#醋样	7#醋样	增加(+)	减少(-)
1	甲醇	0.2348	0.2409		-
2	乙醇	0.1243	0.0940	+	
3	乙酸乙酯	8.1665	8.0338	+	
4	正丙醇	1.4962	0.1903	+	
5	仲丁醇	1.2072	1.3104		-
6	乳酸乙酯	19.6899	22.0078		-
7	醋酸	68.0392	67.6555	+	
8	己酸乙酯	1.0300	0.4674	+	

从表8可以看出,应用生香活性干酵母在一定程度上提高食醋中香味成分的含量,改善了食醋香味,提高了食醋质量。

2.2.2.4 食醋的卫生指标(表9)

表9 食醋卫生指标

序号	检测项目	技术要求	检测结果
1	游离矿酸	不得检出	未检出
2	总砷(以As计, mg/L)	≤0.5	0.01
3	铅(Pb)(mg/L)	≤1	未检出
4	黄曲霉毒素B ₁ (μg/L)	≤5	<5
5	菌落总数(cfu/mL)	≤10000	60
6	大肠菌群(MPN/100mL)	≤3	<3
7	致病菌(沙门氏菌、志贺氏菌、金黄色葡萄球菌)	不得检出	未检出

注:表9数据为江苏省淮安市产品质量监督检验所检测数据。

2.3 经济效益分析

试验、推广应用6个月,可加工450t鲜白酒糟。

2.3.1 出醋率提高的经济效益

450t鲜白酒糟酿造食醋产量为:

$450\text{t} \times 335\text{kg/t} = 150750\text{kg} = 150.75\text{t}$

以每吨食醋2000元计算,创经济效益为:

$150.75\text{t} \times 2000\text{元/t} = 301500\text{元} = 30.15\text{万元}$

2.3.2 耐高温酒精活性干酵母、糖化酶、纤维素酶、生香活性干酵母等诸项费用

耐高温酒精活性干酵母的消耗量及费用: $450 \times$

$1000 \times 0.15\text{‰} = 67.5\text{kg}$; $67.5\text{kg} \times 32\text{元/kg} = 2160\text{元}$ 。

糖化酶的消耗量及费用: $450/2.5 \times 0.525 = 94.5\text{kg}$; $94.5\text{kg} \times 12\text{元/kg} = 1134\text{元}$ 。

纤维素酶的消耗量及费用: $450 \times 1000 \times 0.1\text{‰} = 45\text{kg}$; $45\text{kg} \times 130\text{元/kg} = 5850\text{元}$ 。

生香活性干酵母的消耗量及费用: $450 \times 1000 \times 0.2\text{‰} = 90\text{kg}$; $90\text{kg} \times 20\text{元/kg} = 1800\text{元}$ 。

鲜白酒糟的费用: $450\text{t} \times 5\text{元/t} = 24750\text{元}$ 。

麸皮的费用: $450/2.5 \times 500\text{kg} \times 0.3\text{元/kg} = 27000\text{元}$ 。

人工及水、电汽等其他费用: $7\text{人} \times 100\text{元/d} \times 180 = 126000\text{元}$ 。

2.3.3 半年净创经济效益: $301500 - 2160 - 1134 - 5850 - 1800 - 24750 - 27000 - 126000 = 112806\text{元} = 11.28\text{万元}$ 。

3 结论

3.1 应用耐高温酒精活性干酵母、糖化酶和纤维素酶进行鲜白酒糟酿造食醋是可行的,每100kg鲜白酒糟平均产醋33.5kg,产品质量、卫生指标均符合国家标准。

3.2 鲜白酒糟中加入一定量的纤维素酶,分解部分纤维素物质,将其转化为可发酵性糖,再经酵母菌作用生成乙醇,提高了出酒率,最终提高出醋率。

3.3 用糖化酶代替全部或部分大曲,从理论上可能会影响到产品的风味;为此,在醋酸发酵过程中,加入适量的生香活性干酵母,在一定程度上改善了食醋香气,提高了食醋质量。

3.4 本研究在取得一定经济效益的同时,还能创造较好的社会效益,具有很好的推广应用前景。

参考文献:

- [1] 李政一.白酒糟的综合利用[J].北京工商大学学报(自然科学版),2003,(3):9-13.
- [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] 高路.酒糟的综合利用[J].酿酒科技,2004,(5):101-102.
- [4] 施安辉.国内白酒工业固体酒糟环保生态化利用的现状 & 前景[J].中国酿造,2006,(3):4-7.
- [5] 王传荣,沈洪涛.纤维素酶和TH-AADY在浓香型大曲酒丢糟中的应用[J].酿酒科技,2007,(12):47-49.
- [6] 朱懿德.工业发酵分析[M].北京:中国轻工业出版社,1991.
- [7] 天津轻工业学院,等.工业发酵分析[M].北京:中国轻工业出版社,2002.
- [8] 董胜利,等.酿造调味品生产技术[M].北京:化学工业出版社,2003.