

粳米碎米清酒的工艺研究

李 健¹, 刘 丹¹, 张若男², 刘 宁¹, 陈姝娟¹

(1. 哈尔滨商业大学食品工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150076; 2. 黑龙江护理高等专科学校, 黑龙江 哈尔滨 150036)

摘 要: 碎米的营养成分与大米相近, 但价格却远比大米低廉。采用粳米碎米为原料, 以米曲霉为糖化剂, 接种清酒酵母, 应用液态发酵法, 并结合现代清酒酿造新技术, 开发研制生产碎米清酒。结果表明, 碎米清酒的出酒率高、澄清透明、淡黄色、酒体协调无异味, 氨基酸总含量为 1.144 %, 共含有 26 种香气成分。

关键词: 清酒; 粳米碎米; 发酵; 工艺

中图分类号: TS262.4; TS261.4

文献标识码: B

文章编号: 1001-9286(2011)02-0051-04

Study on the Production Techniques of Broken Japonica Rice Sake

LI Jian¹, LIU Dan¹, ZHANG Ruo-nan², LIU Ning¹ and CHEN Shu-juan¹

(1. School of Food Engineering, Harbin University of Commerce, Harbin, Heilongjiang 150076;

2. Heilongjiang Junior College of Nursing, Harbin, Heilongjiang 150036, China)

Abstract: The nutritional ingredients of broken rice are close to rice, however, its price is much cheaper. Broken japonica rice was used as raw materials, *Aspergillus oryzae* was used as saccharifying agent, and liquid fermentation method combined with modern sake-making techniques were applied to produce broken japonica rice sake. The produced sake was clear and transparent, and light-yellow in color with harmonious wine body and no off-flavor. Besides, the yield of sake by broken japonica rice was quite high and the total content of amino acids in the produced sake was 1.144 % and there were 26 flavoring components in the produced sake.

Key words: sake; broken japonica rice; fermentation; technology

中国是世界稻米主要生产国, 全国有 60 % 以上的人以大米为主食^[1]。稻米能提供 35.4 % 的食物能量, 28.6 % 的蛋白质, 超出了其他谷类的总和^[2]。稻米分为粳米和籼米, 在国际上粳米被称为“中粒米、短粒米”(medium grain, short grain), 英文名 japonica rice。粳米中含有 75 % 以上的淀粉, 7 % 左右的蛋白质, 是热量的主要来源^[3]。我国每年在稻米的加工过程中都易产生 15 % ~ 30 % 的碎米, 在边远山区或经济条件不够发达的地区, 该比例可能会更高。产碎米的多少与稻谷的品种、新鲜度、加工工艺及生产操作等因素密切相关^[4]。碎米价格仅为大米的 1/2 ~ 1/3, 但碎米中的蛋白质、淀粉等营养物质却与大米相近^[5], 目前, 对碎米的利用大都是直接作为饲料, 这样做不仅附加值较低, 而且也造成了稻谷资源的浪费。

现在利用碎米作为原料酿酒的研究越来越普遍^[6-9], 但利用碎米作为单一原料酿制清酒的工艺研究目前在国内外尚无报道。本实验采用粳米碎米为原料酿制清酒, 不但提高了粳米碎米的经济价值, 而且为碎米的综合利用开辟一条新途径。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 菌种

米曲霉(*Aspergillus oryzae*) 2012, 由中国工业微生物菌种保藏管理中心提供; 日本清酒酵母 (Sake yeast) JS-10, 由黑龙江微生物研究所提供。

1.1.2 原辅料

粳米碎米, 市售; 酿造水, 符合 GB5749—2006《生活饮用水卫生标准》。

1.1.3 仪器和设备

LDZX-30KBS 立式压力蒸汽灭菌器: 上海申安医疗器械场; pH S-25 数显 pH 计: 上海精密科学仪器有限公司; XT4200C 天平: 瑞士普利塞斯; HZQ-F160 振荡培养箱: 哈尔滨市东联电子技术开发有限公司; DHP-9032 电热恒温培养箱: 上海一恒技术有限公司; DMBA200 生物数码显微镜: 天林科技仪器有限公司; 手持糖度计: 201 干湿球温度计: 河间市重光仪表厂; 血细胞计数板: 玉环县求精医用仪器厂; 酒精度计: 沈阳市卫工玻璃计器厂; WYT 手持糖度计: 成都兴晨光光学仪器有限公司; 日立 L-8800: 天美科技有限公司; 氮气减压阀 YQD-07 型 P2/MPa: 临海市大华仪表有限公司; GC6890N/MS5973N 型气相色谱 / 质谱联用仪, Agilent 公司。

1.2 方法

收稿日期: 2010-11-09

1.2.1 生产工艺

碎米→洗米→浸米→沥干→蒸米→酒母→发酵醪(三投法)→
发酵→过滤

米曲霉→制备米曲←蒸米冷却

→ 压榨 → 澄清 → 装瓶 → 巴氏杀菌 → 成品清酒

1.2.2 工艺说明

1.2.2.1 米曲的制备

洗米:除去附在碎米表面的杂质,如糠、尘土及夹杂物等。

浸米：用去离子水浸米，1.5 h 后的白米从外观上看透明感消失，变成纯白色，放水后沥干几个小时即可蒸煮。

蒸饭：采用直接蒸汽蒸饭法。初蒸和复蒸的条件为100℃，40 min，中间洒冷水淋饭1次。使碎米饭熟而不烂，内无白心生米。

制曲:原菌种活化后,用 5 °Bé 麦芽汁琼脂培养基培养,进行传代 3 次,制成种子液。将米饭自然冷却到 35±3 °C 时接种,使一定量的种子液在碎米饭中分布均匀,边接种边搅拌。接种后的米放入培养室中进行培养,曲室初始温度为 30 °C,湿度 85 %(相对湿度)。蒸米堆积的厚度为 1.5 cm 左右,缓慢使米曲升温,当曲温升至 42 °C 时,适当调节培养箱的温度,使其保持在 42 °C 左右,不能超过 43 °C。制曲过程中,每 8 h 翻曲 1 次,使曲接触到充足的氧气,内部热量散发,并将结块的曲分散,使其保持颗粒状。

1.2.2.2 最佳接种量的试饭

接种不同量的米曲霉种子液，培养出米曲后测定其还原糖、总酸并进行口感评定，确定最佳接种量。把采用最佳接种量接种的蒸米培养出的米曲烘干，测定绝干曲的 α -淀粉酶、糖化酶、酸性蛋白酶的活力，验证米曲是否达到国际标准。

α-淀粉酶活力的测定: 1g 绝干米曲, 在 60 °C、pH6.0 条件下, 1h 液化 1g 可溶性淀粉, 即为 1 个酶活力单位, 以 U/g 表示。**糖化酶活力的测定:** 米曲糖化力定义为 1g 绝干米曲在 35 °C、pH4.6 的条件下, 反应 1 h, 将可溶性淀粉分解为葡萄糖 1 mg 所需的酶量称为 1 个酶活力单位, 以 U/g 表示。**酸性蛋白酶活力的测定:** 1g 绝干米曲, 在 40 °C、pH3.0 条件下, 1 min 水解酪蛋白产生 1 μg 酪氨酸的酶量为一个酶活力单位, 用 U/g 表示。

1.2.2.3 高温糖化酒母的制备

将原菌种活化,用麦芽汁琼脂培养基培养,传代培养3次,制成种子液。曲子与60℃水混合放入容器中,品温45~50℃,1~2h后加入蒸米,保持糖化温度55℃,时间6~8h。糖化至16~16.5°Bé后迅速冷却,添加残余水,用手轻轻搅拌,品温30℃时将清酒酵母种子液加入,于20℃进行发酵。

1.2.2.4 酒醪的制备

采用“三段配比法”,在 18~20℃ 边糖化边发酵,投料配比见表 1。

表 1 三段投料配比表

项目	蒸米(g)	米曲(g)	水(mL)	酵母(mL)
酒母	80	40	130	30
初投	165	65	120	—
二投	330	95	500	—
三投	575	150	1100	—
总和	1150	350	1850	—

1.2.2.5 酒的过滤澄清

将发酵结束后的酒醪装入长条形的尼龙袋中过滤,初始阶段任其自然流淌,待其断流时采用加压榨过滤,一般要过滤 2 次。澄清必须在低温下进行,过滤后的酒静置 24~48 h,分离出已澄清的上清液。浑浊部分的酒进行离心分离,分离条件为 4800 r/min, 18 min。

1.2.2.6 灭菌

采用巴氏灭菌法, 64 °C, 30 min。杀菌后的酒在尚未冷却时, 装桶加盖并用纸贴封其缝隙, 放置于阴凉处冷却。

1.2.3 产品的质量评价

产品的质量评价采用感官品尝方式,从色泽、香气、口感 3 个方面进行,并对其进行微生物及理化指标检测。

1.2.4 香气成分分析

香气成分提取:量取酒样 350 mL, 分别用 150 mL、100 mL 和 80 mL 二氯甲烷萃取 3 次, 每次不少于 8 h。合并有机相, 浓缩至 5 mL, 无水硫酸钠脱水, 减压浓缩至 1 mL, 供 GC/MS 分析。

气质条件: J&WDB-5 石英毛细柱 (30 m×0.25 mm, 0.25 μm); 柱温为 45 °C (保留 2 min), 以 4 °C/min 升温至 220 °C; 汽化室温度 250 °C; 载气为高纯 He; 柱前压为 7.29 psi, 载气流量 1.0 mL/min; 进样量 1 μL; 分流比 40:1。离子源为 EI 源; 离子源温度 230 °C; 四极杆温 150 °C; 电子能量 70 eV; 发射电流 34.6 μA; 倍增器电压 1016 V; 接口温度 280 °C; 质量范围 10~400 amu。

1.2.5 氨基酸含量的测定

称取 4.8655 g 酒样,按 1:1 加入 6 mol/L 盐酸,然后用氮吹仪充氮,放入烘箱 22 h 以上,冷却,然后用 pH2.2 的柠檬酸三钠洗到 100 mL 容量瓶中。加 6 mol/L 氢氧化钠 7 mL,然后用 pH2.2 的上机液定容。混匀后经 0.45 μm 膜过滤到小瓶,上机。

2 结果与讨论

2.1 糖化剂(米曲)所用米曲霉的最佳接种量的试饭

经血球计数法计数得到米曲霉种子液中的孢子数为 8.5×10^5 个/mL。通过培菌糖化后,要求所制糖化剂的糖化力强,口感较好。取 6 个编号为 1、2、3、4、5、6,直径为 12.5 cm 的灭过菌的培养皿,各加 80 g 蒸米,并接种不同用量的种子液,48 h 测各项试饭指标。

由表 2 可以看出, 用 4 号接种量培养出的米曲口感最好, 且还原糖含量较高, 酸度适中, 故选 4 号为最

表 2 米曲霉所制米曲试饭结果

编号	还原糖 (以葡萄糖计) (g/100 g)	总酸 (以苹果酸计) (g/kg)	口感评价
1	25.85	6.07	甜度稍差、黏度稍差
2	27.32	6.27	口感较好、黏度稍差
3	28.21	6.65	口感较好、香甜
4	30.34	6.91	口感好、很香甜
5	31.52	7.06	口感较好、略过甜
6	32.95	7.81	过甜,微苦

佳接种量。将此接种量下的绝干米曲进行验证,测定其 α -淀粉酶的活力为 980.2 U/g,糖化型酶的活力为 250.8 U/g,酸性蛋白酶的活力为 2500.4 U/g,其指标完全能够达到日本清酒的要求标准。

2.2 酒母的各项分析值

经血球计数法计数得到酵母菌种子液中的酵母数为 5.2×10^7 个/mL。高温糖化酒母的观察及各项分析值的结果见表 3。

表 3 酒母的观察与分析

时间(d)	现象	酵母浓度(Bé)	酸度
1	起泡	16.5	3.38
2	大量气泡,清新	13.5	3.91
3	大量气泡,发酵味	11.0	4.45
4	大量气泡,发酵味	10.0	5.29
5	大量气泡,刺激扑鼻	8.0	6.86
6	大量气泡,刺激扑鼻	7.0	6.97
7	有气泡,微酸	7.0	7.05
8	有气泡,微酸	6.8	7.07
9	少量气泡,微酸	6.5	7.07

由表 3 可以看出,9 d 后酒母浓度在 $5 \sim 7^\circ \text{Bé}$ 之间,酸度为 7 左右,完全能够达到成熟标准。

2.3 成品的质量评价结果

色泽:淡黄色、澄清透明、有光泽。

香气:芳香怡人、具有清酒独有的浓郁醇香。

口感:醇厚、鲜甜爽口、酒体协调、无异味。

表 4 成品的理化及微生物检测结果

测定项目	标准指标	实测结果
残余还原糖(以葡萄糖计, g/100 mL)	1~10.0	3.6
总酸(以琥珀酸计, g/100 mL)	≤ 0.55	0.27
酒精度(%vol)	≥ 10.00	13.5
细菌总数(个/mL)	≤ 50	< 2
大肠菌群(个/100 mL)	≤ 3	< 2
致病菌(个/mL)	不得检出	未检出

2.4 GC/MS 法分析香气成分结果

对产品进行 GC/MS 分析,其香气成分结果见图 1 和表 5。

由图 1、表 5 所示,通过 HPMSD 化学工作站,结合 Nist05 质谱图库和 WILEY275 质谱图库分析,共鉴定出清酒香气组成成分 26 种。按峰面积归一化法进行计算求得各化学成分在样品中的相对含量,其含量占总峰面积的 98.76%。其中,醇类有 7 种,占总峰面积的 85.94%;酯类有 6 种,占总峰面积的 3.46%;酸类 8 种,占总面积的 4.91%;此外还含有酮、酚、杂环化合物共 5 种,占总面积的 4.45%。

2.5 氨基酸含量

对碎米清酒中的氨基酸含量进行了分析,结果见图 2 和表 6。

由图 2 和表 6 可以看出,碎米清酒中的氨基酸共 18 种,总含量为 1.144%。其中含有人体必需氨基酸 7 种,含量共为 0.320%。

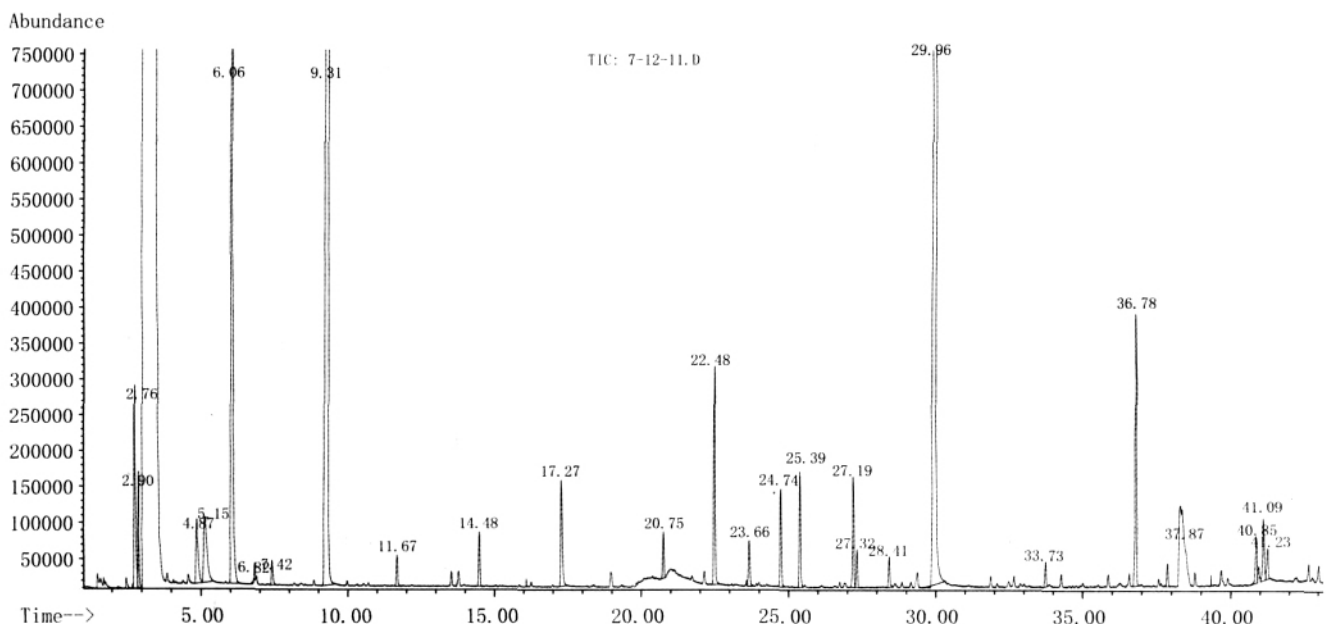


图 1 碎米清酒中香气成分总离子流图

表5 碎米清酒中香气成分 GC/MS 分析结果

峰号	RT (min)	化合物名称	分子式	相对含量 (%)
1	2.76	乙酸乙酯	C ₄ H ₈ O ₂	1.60
2	2.90	1,1-二乙氧基乙烷	C ₆ H ₁₄ O ₂	0.57
3	4.87	正丙醇	C ₃ H ₈ O	0.73
4	5.15	1,1-二乙氧基-3-基丁烷	C ₈ H ₂₀ O ₂	1.20
5	6.05	异丁醇	C ₄ H ₁₀ O	8.13
6	6.82	乙酸异戊酯	C ₇ H ₁₄ O ₂	0.06
7	7.42	正丁醇	C ₄ H ₁₀ O	0.20
8	9.31	异戊醇	C ₅ H ₁₂ O	29.62
9	11.67	3-羟基-2-丁酮	C ₄ H ₈ O ₂	0.24
10	14.48	1,3-丙二醇单乙醚	C ₅ H ₁₂ O ₂	0.38
11	17.27	乙酸	C ₂ H ₄ O ₂	0.97
12	20.75	异丁酸	C ₄ H ₈ O ₂	0.32
13	22.48	丁酸	C ₄ H ₈ O ₂	1.64
14	23.66	2-甲基己酸	C ₇ H ₁₄ O ₂	0.39
15	24.74	3-甲硫基丙醇	C ₄ H ₁₀ OS	0.74
16	25.39	醋酸异丙酯	C ₅ H ₁₀ O ₂	0.84
17	27.19	丙酸	C ₃ H ₆ O ₂	0.78
18	27.32	乙酸苯乙酯	C ₁₀ H ₁₂ O ₂	0.27
19	28.42	己酸	C ₆ H ₁₂ O ₂	0.24
20	29.96	苯乙醇	C ₈ H ₁₀ O	46.25
21	33.73	辛酸	C ₈ H ₁₆ O ₂	0.18
22	36.78	4-乙基-2-甲氧基苯酚	C ₉ H ₁₀ O ₂	2.06
23	37.87	十六酸乙酯	C ₁₈ H ₃₆ O ₂	0.16
24	40.84	3,4-二羟基苯甲酸	C ₇ H ₆ O ₄	0.39
25	41.09	琥珀酸单乙酯	C ₆ H ₁₀ O ₄	0.53
26	41.23	色醇	C ₁₀ H ₁₁ NO	0.27

表6 碎米清酒中氨基酸含量分析结果

峰号	RT(min)	氨基酸名称	含量 (%)
1	5.32	天门冬氨酸	0.101
2	6.01	苏氨酸	0.041
3	6.61	丝氨酸	0.046
4	7.33	谷氨酸	0.183
5	8.01	脯氨酸	0.071
6	10.44	甘氨酸	0.123
7	11.32	丙氨酸	0.017
8	13.61	胱氨酸	0.061
9	14.01	缬氨酸	0.007
10	15.11	蛋氨酸	0.047
11	17.27	异亮氨酸	0.071
12	18.28	亮氨酸	0.037
13	19.75	酪氨酸	0.042
14	20.52	苯丙氨酸	0.051
15	23.19	赖氨酸	0.023
16	24.49	氨峰	0.025
17	25.51	组氨酸	0.070
18	29.83	精氨酸	0.128
总含量			1.144

化曲、酒母、酒醪制备等过程的工艺、质量技术参数,为碎米的综合利用开辟了一条新途径。

3.2 产品中含有丰富的香气成分及多种氨基酸,各指标均符合国际标准。

3.3 该产品的研制工艺技术完全可行,尤其是制备米曲的接种方式及采取边糖化边发酵的分批投料是整个实验的关键,也是该工艺的特点。

3.4 该实验有一些细节还有待于进一步进行试验研究,如制曲条件与酶活性的关系等。

参考文献:

- [1] 查贵庭.我国稻米产业形势与发展对策[J].南京农业大学学报(社会科学版),2005,(1):18-23.
- [2] Juliano,B.O.Rice in human nutrition[M].Published with the collaboration of the Inter-national Rice Research Institute Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome,1993.
- [3] Helen E.Clark,Ph.D.,Jean M.Howe,et al.Nitrogen retention of adult human subjects fed a high protein rice[J].The American Journal Nutrition,1971,24:324-328.
- [4] 刘英,陈运中.碎米综合利用新途径[J].粮食与油脂,2002,(3):38-39.
- [5] Wen-pin Chen et al. Production of high-fructose rice syrup and high-protein rice flour from broken rice[M].J.Sci.Food Agric, 1984,35:1128-1135.
- [6] 程东海.固态法酿碎米小曲白酒的操作方法[J].酿酒科技,1994,(2):39-41.
- [7] 卢瑞远.半固态碎米酿造小曲蒸馏米酒操作法[J].食品工业,1995,(5):59.
- [8] 李纪亮.使用碎米增大国麦用量降低麦汁生产成本[J].酿酒,2003,(1):35-37.
- [9] 伍国明,潘荣邦,伍芳华.提高碎米半固态小曲酒质和产酒率的研究[J].酿酒科技,2008,173(11):17-22.

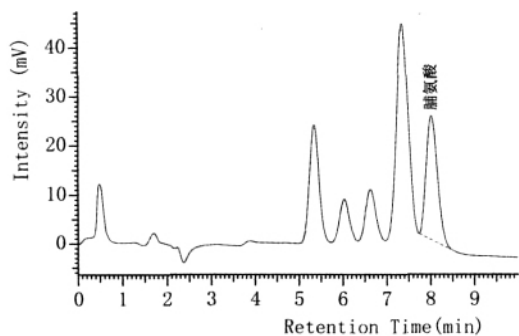
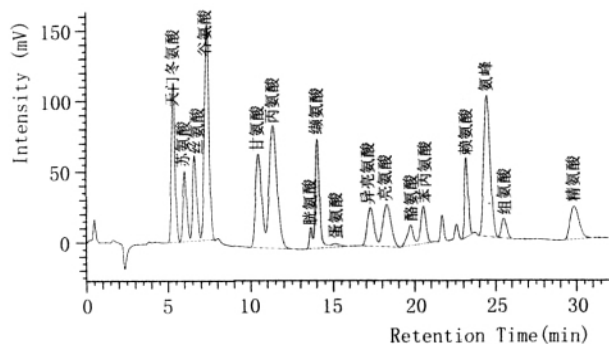


图2 碎米清酒的氨基酸图谱

3 结论

3.1 借鉴日本清酒工艺,并结合现代酿造技术,以碎米为原料,重点对酿造过程的工艺条件进行研究,得到了糖