双边发酵法生产发芽糙米酒的研究

肖连冬，臧 晋，吴德海
（南阳理工学院生物与化学工程系，河南南阳 473004）

摘 要：发芽糙米辅以大米为原料，以发芽糙米中的酶为糖化剂，以酿酒酵母为发酵剂，通过双边发酵，研制出一种新型低醇酿造酒。通过对加水比、接种量、培养温度以及发酵周期的研究，确定发芽糙米酒最佳生产条件为：料 水=1 2.5；接种量为 0.1%；发酵温度为 32℃；发酵周期为 4d。

关键词：双边发酵，工艺流程，发芽糙米酒

Abstract: This experiment is using germinate brown rice and rice as materials, using germinate brown rice as saccharfying agent, with brew yeast as leavening , by their function of both to produce a late-model brew. The optimum working conditions are : material to water ratio is 1 2.5 , the inoculation quantity is 0.1% , the fermented temperature is 32℃ , the fermented time is 4d .

Key words : bilateral fermentation; technique process; germinative brown rice wine

中图分类号：TS261.4+3 文献标识码：B
文章编号：1002-0306(2007)07-0153-03

发芽糙米是糙米经发芽后的产品。发芽糙米不但保留了糙米丰富的营养，而且产生了更多的功能性物质和生理活性物质。它富含 γ-氨基丁酸（GABA），这是一种非蛋白质氨基酸，具有健脑、降压、减肥和防皮肤老化等多种生理功效；它富含生育酚、三烯生育酚，可防止皮肤氧化、抗血管硬化以及对抑制癌细胞增殖有协同作用；另外还含有多量的食物纤维、微量元素、维生素和抗脂质氧化的物质，所以发芽后糙米的营养价值和生理功效得到很大提高，以糙米芽为原料生产的发酵饮料也具有很高的营养价值和保健功能。本研究用发芽糙米为主要原料，参考啤酒生产的糖化原理和黄酒发酵工艺，以糙米芽中酶作糖化剂，以酵母作发酵剂，经双边发酵，探索出一种新型酿造酒生产的全新工艺，生产出具有高营养的功能性糙米芽酿造酒。

收稿日期：2006-11-29
作者简介：肖连冬（1964- ），女，副教授，硕士，研究方向：生物技术和发酵工程。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

糙米 杂交中籼稻-Ⅱ优 725 型；大米 市售；酿酒高活性干酵母 广东丹宝利酵母有限公司。

电热恒温鼓风干燥箱 DHG-9146A 型；低速大容量离心机 TDL-40 型；电热恒温培养箱 DH4000ABXIA 型；酸度计 pHS-3C 型；手持糖量计 WYT 型；恒温水浴锅，超净工作台，往复式摇床等。

1.2 产品检验方法

还原糖：斐林法；酒精度：蒸馏法；总酸度：滴定法；pH：精密酸度计；总糖：手持糖度计。

1.3 工艺流程

酵母→活化→发酵剂
↓
糙米→发芽→干燥→粉碎→配料→双边发酵→过滤→杀菌→成品
↑
精大米→粉碎→糊化

1.4 操作要点

参考文献：

[1] 王金英，马中国. 果胶的提取与应用 [J]. 中国林副特产，2000(2): 17~19.

[2] 王满力，吴英华，吴惠芳. 从猕猴桃皮渣中提取果胶的工艺研究[J]. 食品科技，2003(1): 85~87.

[3] 张鸿发，励建荣，周勤，等. 从柑橘皮中提取果胶的工艺研究[J]. 食品科技，2000(6): 67~68.

[4] 万国福，车振明，谷绒，等. 果胶原料(柠檬皮)预处理研究[J]. 食品科技，2006(2): 123~125.

[5] 大连轻工业学院等. 食品分析 [M]. 北京：中国轻工业出版社，1998. 211~213.

[6] Marshall l, Fishman, Hoa K, et al. Characterization of pectin, flash-extracted from orange albedo by microwave heating, under pressure[J]. Carbohydrate Research, 2000, 323: 126~138.

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

1.4.1 糙米发芽 糙米筛选去杂，用清水洗涤 3 次，在培养箱中 30℃下用水浸泡 25~30h，观察其发芽状况及发芽率。当发芽率达到 90%及芽长度约 1mm左右时停止发芽，50℃鼓风干燥至水分≤13%得发芽糙米，粉碎待用。在操作中注意保证糙米颗粒的完整性和糙米纯度，防止断裂颗粒产生霉变及降低整体发芽率，并且发芽用容器必须无油污，否则不利于糙米发芽。

1.4.2 大米粉碎和糊化 将大米粉碎过 80 目筛，加水，在 100℃保持 90min 糊化。

1.4.3 配料和双边发酵 将糙米粉与糊化了的大米糊化醪混合，糙米与大米用量比为 2∶3，再加入 0.1%经 2%蔗糖溶液活化过的活性干酵母，调整加水量使总料水比为 1∶2.5，在 32℃保温进行双边发酵，即边糖化边发酵 3~4d。

2 结果与分析

2.1 大米糊化加酶与否对糙米芽酒品质的影响

大米糊化中，加入 α-淀粉酶有助于降低糊化黏度和缩短糊化时间，因此，我们选用外加酶糊化来处理原料，与未加酶糊化对糙米酒酒度及口味的影响进行比较。调节料水比为 1∶2.5，酵母接种量 0.15%，32℃发酵 3d，结果见表 1。

由表 1 可见，外加酶糊化处理原料，由于能产生较多的低分子还原糖，酒精发酵度较高，但产品口味稍差，综合其整体风味，我们选择单纯的加热糊化来处理原料。

2.2 料水比的确定

料水比不同会直接影响单位体积内糖化酶浓度从而影响糖化效率，同时对酵母代谢及产物形成也有一定影响，从而影响到产品的风味。不同料水比对发酵产品的影响结果见表 2。

由表 2 可见，料水比为 1∶2.5 时口感和香气都是最好的，酒精度也较高，加水比高，口味淡薄。说明浓醪发酵更容易产生和积累香味成分，因此确定最佳料水比为 1∶2.5。

2.3 不同发酵温度对糙米酒发酵的影响

温度高低对糖化速度和发酵速度影响较大。双边发酵是糖化和发酵同时进行，谷芽中酶降解的产物为酵母提供营养和可供发酵的还原糖，酵母生长和发酵消耗还原糖，从而也解决了葡萄糖对糖化酶降解的反馈抑制作用，同时也避免糖浓度的增加对酵母代谢的抑制，因此，糖化和发酵速率必须密切配合。同时，不同的发酵温度还会导致发酵过程菌体代谢途径不同和产物不同，从而对产品品质产生影响。发酵温度对产品的影响见表 3。

由表 3 可见，随着发酵温度的升高，酵母产酒能力下降，产酸增加，残留还原糖明显增加，而且高温下酒精易被氧化成醛类物质而带来刺激性气味，酵母易自溶使酒液混浊，使产品品质明显变差。当发酵温度为 32℃时，产酒、产酸适中，发酵的糙米酒风味好，所以，糙米酒应以中温发酵为宜。

2.4 接种量确定

菌种接种量对发酵速度、发酵的安全性、发酵饮料的成分比例及风味都有很大影响。接种量小，发酵

表 1 大米糊化加酶与否对糙米酒的影响

糊化情况	酒精度(%)	总糖(%)	香气	口感
不加酶糊化	6.5	5.8	浓郁醇香，有酵母味	醇厚、微酸爽口、无甜味
加酶糊化	7.1	5.5	浓郁醇香，微酵母味	酒味浓，酸，微苦

表 2 料水比对产品品质的影响

料水比	酒精度(%)	总糖(%)	总酸(%)	还原糖(%)	酒液澄清度	香气(分)	口感(分)
1∶2.5	6.7	5.03	0.25	0.162	澄清	83	85
1∶3.5	5.3	4.36	0.24	0.108	稍混浊	75	70
1∶4.5	4.0	3.01	0.24	0.079	有粒状物	75	67

表 3 发酵温度对糙米酒的影响

温度(℃)	酒精度(%)	总糖(%)	总酸(%)	还原糖(%)	酒液澄清度	香气(分)	口感(分)
26	7.9	4.42	0.24	0.241	澄清	80	80
32	6.4	4.83	0.25	0.162	澄清有粘滞感	88	85
36	5.9	4.41	0.27	0.108	较澄清	84	75
40	2.9	4.58	0.27	1.475	透明度较低	73	75

表 4 酵母接种量对发酵结果的影响

接种量(%)	酒精度(%)	总糖(%)	总酸(%)	还原糖(%)	酒液澄清度	香气(分)	口感(分)
0.05	6.0	4.72	0.22	0.542	较澄清	81	72
0.1	6.3	4.95	0.25	0.104	澄清	90	85
0.15	6.6	4.73	0.20	0.126	澄清	88	80
0.2	6.1	3.52	0.24	0.081	微混浊	70	65

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

表 5 发酵时间与发酵产品的关系

发酵时间(d)	酒精度(%)	总糖(%)	总酸(%)	还原糖(%)	酒液澄清度	香气(分)	口感(分)
2	4.5	3.13	0.24	0.231	较澄清	77	64
3	6.1	4.83	0.25	0.101	澄清	90	85
4	7.3	5.21	0.20	0.102	澄清	95	90
5	6.9	3.40	0.27	-	微混浊	90	75

速度慢,发酵时间长,易受杂菌污染;接种量大,微生物细胞易衰老、自溶,造成发酵液混浊,风味不良。在前边实验中,0.15%的接种量是否是最好呢? 我们改变活性干酵母的接种量, 在其它条件为适宜条件下发酵 3d,来确定其最佳值,结果见表 4。

由表 4 可见,接种量为 0.1%和 0.15%时,发酵产品酒精度较高, 酒液澄清度好, 香气和口感较佳,尤其在接种量为 0.1%时,所得的糙米酒整体风味最好,入口干净,无不良气味,所以选择 0.1%为最佳接种量。

2.5 最佳发酵时间确定

选择接种量 0.1%,料水比 1∶2.5,在 32℃下发酵不同时间,来测定发酵产品质量,其结果见表 5。

由表 5 结果可知, 发酵 4d 产品口感酒香最好,且酒精度最高, 延长时间, 会使酒精和香味物质挥发,酒度下降,且由于酵母的自溶口味变差,酒液发生混浊,因此最佳发酵时间选 4d。

3 糙米酒重复发酵实验

为了考察双边发酵生产糙米酒所确定发酵条件的可靠性,在料水比 1∶2.5,干酵母接种量 0.1%,32℃条件下发酵 4d,做重复性发酵实验 6 批,其结果如图 1 所示。

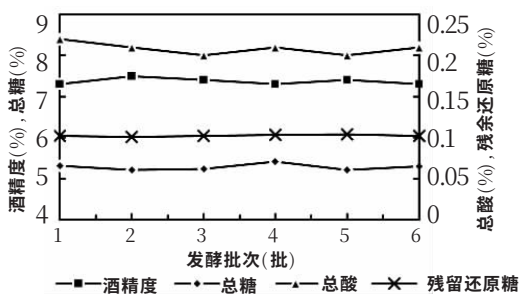

图 1 糙米芽酒重复发酵稳定性实验

由图 1 可见, 采用谷芽酶和酿酒酵母相结合进行的双边发酵重复 6 批(每批平行 5 个实验,取其平均数值),其产酒、产酸、总可溶性固形物浓度及残余还原糖等数值均表现比较稳定, 而且所得的糙米酒均保持了良好的风味和口感,酒液澄清度高,说明所确定的实验条件是可靠可用的。

4 糙米芽酒质量

4.1 感官鉴定

淡黄色,澄清透明,无悬浮物;具有浓郁香味;醇和、干爽、无异味。

4.2 理化检测结果

酒精度 6.5%~7.5%,还原糖 0.1%,酸度 0.2%,最终 pH4.0~4.5。

5 结论

从实验结果可以看出, 以糙米芽辅以大米为原料,利用糙米芽中酶作糖化剂,酵母作发酵剂,采用双边发酵生产糙米芽酿造酒是可行的。本产品有以下特点:a.用糙米芽为原料发酵生产的酿造酒,是具有特殊生理功能的低度饮料酒, 对人体有着重要的保健作用;b.利用谷芽的丰富酶系与微生物复杂的代谢共同进行作用, 生成了大量的营养成分和有益的风味物质。糙米芽是具有旺盛生命力的活体,含有大量的酶, 包括 α-淀粉酶、β-淀粉酶、β-葡聚糖酶、戊聚糖转化酶、麦芽糖酶、纤维素酶、半纤维素酶、蛋白酶、核酸酶、脂肪酶、磷脂酶、植酸酶等,所以糙米芽具有糖化剂作用, 在较低的发酵温度下对大米和糙米芽中的淀粉、蛋白质等大分子物质进行缓慢分解,生成了短链糊精、麦芽糖、葡萄糖、多肽及氨基酸等营养物质,这些物质一方面为酵母提供了营养,另一方面生成的麦芽糖、 葡萄糖等低糖成为酵母发酵酒精的原料,同时产生醇、醛、酸、酯、酮等风味物质。部分不能利用的可溶性物质直接成为酿造酒中的组成成分。由于有部分短链糊精存在,所以酒精生成量较低,成为风味独特的低醇饮料;c.利用谷芽酶和酵母配合进行双边发酵的工艺, 综合了啤酒和黄酒的生产特点,产品口味独特。

我国是世界上最大的稻谷生产和消费国,稻谷及其制品也是我国最大、最稳定的消费产品之一。受日本等国影响,我国发芽糙米产品研发会很快进入高潮,因此,糙米芽饮料酒的研究应具有良好的产业化前景。

参考文献:

[1] 陈正行.21 世纪稻米精深利用的发展趋势[J].无锡轻工大学学报, 2004, 23(4): 104~110.

[2] 天津轻工学院,等.工业发酵分析[M].北京:中国轻工业出版社, 1986.

[3] 顾国贤.酿造酒工艺学(第二版)[M].北京:中国轻工业出版社, 1996.

[4] 王克明. 共固定化多元混菌发酵功能稻米乳饮料的研究[J]. 江苏调味副食品, 2005,22(5):18~21.

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