

酵母菌发酵制作梨果酒工艺初探

闫玮华, 王 杰, 王江珂, 荆小院

(山西农业大学生命科学学院, 山西 太谷 030801)

摘要: 选取安徽砀山酥梨为材料, 分别以安琪果酒酵母、安琪白酒酵母、帝伯仕降酸酵母为菌种, 对梨汁的装液量、pH、加糖量等发酵条件进行了研究。结果表明: 在恒温 25 ℃、发酵天数 16 d 的条件下, 采用安琪白酒酵母、装液量为 40%、加糖量为 20%、pH 为 5.0 的工艺制作时, 梨果酒的透明度好, 口感甘醇, 具有独特的梨香味, 最终制成的梨果酒总糖浓度为 8.7%, 酒精度为 12.8%。

关键词: 砀山酥梨; 梨果酒; 酵母菌; 发酵; 酒精度; 糖浓度

中图分类号: S661.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2021)02-0037-04

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2021.02.009

Study on the Process of Pear Fruit Wine by Yeast Fermentation

YAN Weihua, WANG Jie, WANG Jiangke, JING Xiaoyuan

(College of Life Sciences, Shanxi Agricultural University, Taigu Shanxi 030801, China)

Abstract: Anhui Dangshan crisp pear was selected as the research material in this paper. Angel fruit wine yeast, angel liquor yeast, and dibos acid-reducing yeast were used as the strains, and the fermentation conditions such as the amount of pear juice, the pH, and the amount of sugar added were studied. The results showed that on the conditions of 25 ℃ and fermentation period of 16 d, using angel liquor yeast with a liquid volume of 40%, a sugar content of 20%, and a pH of 5, the pear wine produced has good transparency and a sweet taste with a unique pear fragrance. The sugar content and alcohol content of the final pear wine were 8.7% and 12.8%, respectively.

Key words: Dangshan crisp pear; Pear fruit wine; Yeast; Fermentation; Alcohol content; Sugar content

砀山酥梨原产安徽省砀山县, 是古老的地方性优良品种, 是目前我国栽培面积最大的经济梨品种^[1]。作为受欢迎的鲜食水果,

砀山酥梨还有一定药用价值。在《本草纲目》第三十卷中有记载: “砀山酥梨有止渴、生津、祛热消暑、化痰润肺、止咳平喘、滋阴降火、

收稿日期: 2020-11-11

基金项目: 山西省高等学校大学生创新创业训练计划项目(2019139)。

作者简介: 闫玮华(1994—), 女, 山西静乐人, 在读硕士, 研究方向为生物学。Email: 379688377@qq.com。

通信作者: 荆小院(1969—), 男, 山西临猗人, 副教授, 博士, 主要从事中药功能性食品饮料开发研究工作。联系电话: (0)13835463400。

- 华南农业大学学报, 2019, 40(5): 50-58.
- [17] 王志航, 冯 雪, 李树仁, 等. 细菌群体感应通讯系统淬灭及应用[J]. 药物生物技术, 2018, 25(5): 443-447.
- [18] 王 岩, 于雅萌, 张静静, 等. 海洋微生物群体感应与群体感应淬灭的开发利用[J]. 生物资源, 2017, 39(6): 413-422.

- [19] 孙 锋, 严慧聪, 汪美贞. 细菌群体感应调控多样性及群体感应淬灭[J]. 微生物学报, 2019, 59(3): 454-467.
- [20] 范兴辉, 王惠杉, 何杰华, 等. 细菌群体感应淬灭酶及其病害防治研究进展 [J]. 生物技术通报, 2017, 33(10): 80-87.

(本文责编: 陈 伟)

凉心解毒等功效”；临床也有实效，被历代名医称为“果中甘露子，药中圣醍醐”^[2]。

在饮食多样化的大趋势下，果酒正成为低醇饮料家族的一员^[3]。果酒具有风味好，酒精度低，富含氨基酸维生素等优点，市场发展空间较大。但目前市场上以梨为原料发酵制作的果酒还不多见。我们研究了砀山酥梨发酵果酒的工艺，以期优选出最佳菌种和发酵条件，现报道如下。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试砀山酥梨购于江苏盐城砀山梨产地。供试帝伯仕降酸酵母和膨润土由烟台帝伯仕商贸有限公司生产，安琪果酒酵母和安琪白酒酵母均由湖北省宜昌市安琪酵母公司生产。白砂糖、亚硫酸钠、果胶酶、氢氧化钠和苹果酸均为市售食品级添加剂。

1.2 发酵工艺流程

1.2.1 梨汁制备 砀山酥梨经清洗、晾干表面水分后，用榨汁机搅拌切碎成乳白色果浆，按 100 mg/L 的量立刻加入 Na_2SO_3 防腐处理 10 min，用纱布粗过滤备用。

1.2.2 辅料添加 将过滤后的梨汁加入烧杯，搅拌后加入果胶酶(加入量为 50 mg/L)、蔗糖。用酸度计测定溶液的 pH，加入苹果酸或氢氧化钠溶液调整 pH，装入三角瓶中贴好标签。瓶口覆盖无菌透气封口膜并用棉线绳捆扎固定，放入锅中隔水蒸 35 min 灭菌。

1.2.3 菌种的活化 在 250 mL 的三角瓶中加入 100 mL 蒸馏水和 10 g 玻璃珠，覆盖封口膜后灭菌备用。在超净台中称取安琪白酒酵母、安琪果酒酵母、帝伯仕降酸酵母各 1g，分别加入到灭菌冷却的蒸馏水中，晃动三角瓶分散成菌悬液。

1.2.4 接种 灭菌后的梨汁冷却到室温后，在超净台酒精灯火焰无菌区内，用无菌吸管量取已活化的酵母菌悬液，接入到装有已灭菌梨汁的锥形瓶内，系好封口膜，摇匀。

1.2.5 发酵 接种完成后，将三角瓶放入培

养箱内，控制发酵温度为 25 ℃，发酵天数为 16 d。每隔 2 d 将位于隔板中间的三角瓶与边缘的三角瓶交换位置，使每个发酵瓶均匀受热。

1.2.6 发酵后处理 发酵完毕后，酒液呈浑浊状态，底部有悬浮物，加入膨润土进行澄清。具体操作：把膨润土制成溶液浓度为 10% 的悬浮液，放置 24 h 后按酒液体积的 3% 加入到酒液中，静置 7 d 后倾出上清液，即为成品梨果酒。

1.2.7 发酵产物的分析方法 (1)酒精度采用酒精计法测定^[4]。把发酵后的梨酒试样加入到干燥量筒中，放置 5 min，等试样中气泡消失后，放入最小刻度的酒精计，再将其轻轻按压，注意不要碰到量筒壁，同时插入温度计，记录温度。平衡 2 min 后，水平视线观测，读取与弯月面相切处的刻度值并记录。(2)总糖浓度采用折光仪法测定^[5]。揭开玻璃盖，往棱镜上滴 2 滴蒸馏水，盖上玻璃盖，面向光源从视镜中观察刻度并调零后使用。擦干棱镜加液面，在其上滴加 2 滴果酒液，合上棱镜盖观察并记录示数。每次观测完清洁并擦干棱镜面和棱镜盖。

数据处理时，对 3 次重复试验步骤取平均值，结果保留一位小数。

1.3 发酵条件的单因素试验

分别对 3 种酵母菌的梨汁发酵条件进行三因素三水平试验。单因素试验时，固定其他因素，对可变因素设置 3 个梯度，通过测定各处理组的总糖浓度和酒精度，筛选出发酵效果最佳装液量、pH 和加糖量。酵母菌接种量均为 5%，发酵温度控制在 25 ℃，发酵天数为 16 d。

1.3.1 装液量试验 试验设 3 个不同装液量，分别为 20%、40%、60%，每组 3 次重复，其他条件控制为：加糖量为 15%，调整溶液 pH 为 5.0。通过对发酵后的总糖浓度和酒精度测定，选择出最适装液量。

1.3.2 pH 试验 试验设 3 个 pH 梯度，分别

为 4.0、5.0、6.0，每组 3 次重复，其他条件控制为：15%加糖量，60%装液量。通过对最后发酵液的总糖浓度和酒精度测定，选择出最适 pH。

1.3.3 加糖量试验 试验设置 3 个不同加糖量，分别为 12%、15%、20%，每组 3 次重复，其他条件控制为：60%装液量，调整溶液 pH 为 5.0。通过对最后发酵液的总糖浓度和酒精度测定，选择出最适加糖量。

2 结果与分析

2.1 不同发酵条件下的总糖浓度

对发酵 16 d 后的果酒进行膨润土澄清，然后取发酵液测定总糖浓度。从表 1 可以看出，随着装液量的增多，3 种酵母发酵液的总糖浓度呈先降后升趋势。在装液量为 40%时，平均总糖浓度最低，为 5.03%，说明发酵液发酵比较完全。装液量为 40%和 60%时的总糖浓度差异不明显。这可能与酿酒酵母繁殖时需要大量的氧气有关，静态发酵中装样量过大，瓶内氧气较少，不利于酵母的繁殖。

表 1 不同装液量条件下梨果酒的总糖浓度和酒精度^①

组号	酵母菌种	装液量 /%	总糖浓度	酒精度
			平均值 /%	平均值 /%
1	安琪果酒酵母	20	7.3	7.0
2	安琪果酒酵母	40	6.0	9.8
3	安琪果酒酵母	60	6.4	8.6
4	安琪白酒酵母	20	6.9	7.9
5	安琪白酒酵母	40	5.9	10.1
6	安琪白酒酵母	60	6.1	8.9
7	帝伯仕降酸酵母	20	3.8	-
8	帝伯仕降酸酵母	40	3.2	-
9	帝伯仕降酸酵母	60	3.4	-

① - 表示未测定，下表同。

从表 2 可以看出，pH 为 4.0 时，发酵液的平均总糖浓度最高，为 5.80%，这可能是由于酸度过大，在一定程度上抑制了酵母菌的发酵。当 pH 为 5.0 时，平均总糖浓度最低，为 5.07%，说明发酵液发酵较为完全，为适宜的发醇酸度。pH 为 6.0 时，平均总糖浓度介于前两者之间，为 5.47%，但该酸度下发酵液容易造成染菌。

表 2 不同 pH 条件下发酵液的总糖浓度和酒精度

组号	酵母菌种	pH	总糖浓度	酒精度
			平均值 /%	平均值 /%
1	安琪果酒酵母	4.0	7.0	9.0
2	安琪果酒酵母	5.0	6.4	9.8
3	安琪果酒酵母	6.0	7.0	7.7
4	安琪白酒酵母	4.0	7.1	9.2
5	安琪白酒酵母	5.0	6.1	10.1
6	安琪白酒酵母	6.0	6.6	8.1
7	帝伯仕降酸酵母	4.0	3.3	-
8	帝伯仕降酸酵母	5.0	2.7	-
9	帝伯仕降酸酵母	6.0	2.8	-

从表 3 可以看出，随着加糖量的增加，发酵液中的总糖浓度随之增高，残糖也随之增多，说明在试验条件下，酵母尚不能将糖全部转化为酒精。在加糖量为 20%时，酒液的总糖浓度明显增大，残糖量明显增多，酒液口感明显得到改善。

3 种酵母相比，在相同发酵条件下，帝伯仕降酸酵母的发酵液均比安琪果酒酵母和安琪白酒酵母的发酵液总糖浓度低，而且酒液浑浊大、口感变差，故在下一步淘汰帝伯仕降酸酵母相关研究，不再对其进行酒精度测试。

表 3 不同加糖量条件下发酵液的总糖浓度和酒精度

组号	酵母菌种	加糖量 /%	总糖浓度	酒精度
			平均值 /%	平均值 /%
1	安琪果酒酵母	12	5.8	9.0
2	安琪果酒酵母	15	6.3	9.8
3	安琪果酒酵母	20	9.2	12.8
4	安琪白酒酵母	12	5.6	8.6
5	安琪白酒酵母	15	6.1	10.1
6	安琪白酒酵母	20	8.7	12.8
7	帝伯仕降酸酵母	12	2.1	-
8	帝伯仕降酸酵母	15	3.3	-
9	帝伯仕降酸酵母	20	5.2	-

2.2 不同发酵条件下的酒精度

从表 1 可以看出，不同装液量对酒精度的影响不同。装液量为 40%时，安琪果酒酵母和安琪白酒酵母的发酵液的酒精度均最高，分别为 9.8%、10.1%，但与其他 2 个装液量相比，酒精度差异不明显。这可能由于

在实验室使用的是三角瓶, 发酵过程中处于静态, 发酵液与外界空气的流通较少, 均处于厌氧状态, 故最终 3 个装液量的酒精度差别不大。

从表 2 可以看出, pH 为 6.0 时, 安琪果酒酵母和安琪白酒酵母发酵液的酒精度均最低, 分别为 7.7%、8.1%, 说明该酸度对 2 种酵母菌的发酵不利。pH 为 5.0 时, 安琪果酒酵母和安琪白酒酵母发酵液的酒精度均最高, 分别为 9.8%、10.1%, 说明该酸度条件下发酵较为彻底, 酒精的转化率最高。pH 为 4.0 时与 pH 为 5.0 时的酒精度接近, 但稍低于 pH 为 5.0 时。

从表 3 可以看出, 随着加糖量的增加, 发酵液的酒精度也相应增加, 特别是加糖量为 20% 时, 安琪果酒酵母和安琪白酒酵母的发酵液的酒精度明显得到提高, 均为 12.8%。

由上可以看出, 相同发酵条件下, 安琪白酒酵母发酵液的酒精度略高于安琪果酒酵母的发酵液, 说明安琪白酒酵母对酒精的耐受性要高于安琪果酒酵母。对这 2 种酵母菌发酵液的浑浊程度、酒香味、口感等进行比较, 发现安琪白酒酵母更符合预期。

3 结论与讨论

试验结果表明, 在恒温 25 ℃、发酵 16 d 的条件下, 安琪白酒酵母为制作梨果酒的最适宜菌种。其发酵的最佳条件为装液量 40%、加糖量 20%、pH 为 5.0。在该发酵条件下梨果酒透明度好, 口感甘醇, 具有独特的梨香味, 最终制成的梨果酒总糖浓度为 8.7%、酒精度为 12.8%。该结果可为发酵法制作梨果酒提供参考。

试验中对总糖浓度的测定采用的是手持折光仪, 此法测定的是发酵液的总折光率。由于酒精本身也有一定的折光作用, 可能会带来测量误差^[6]。而采用液相色谱法^[7-8]、亚铁氰化钾法^[8]、廉爱农法对糖类物质进行测定会相应减小误差。对于酒精度的测

定采用的是比重计法, 其原理是酒精的比重比水小, 酒液中酒精含量越高, 比重越小^[9], 该法省时简便。但含糖量越高, 糖水的比重也越大^[10], 随着发酵液糖浓度的增加, 发酵液的比重有增大趋势, 有可能抵消酒精度增加引起比重减小的幅度, 使得用比重法测得的酒精浓度值稍偏离实际值^[11], 而采用气相色谱法比较接近实际值。

参考文献:

- [1] 王苏珂, 杨健, 王龙, 等. 砀山酥梨及其育种利用价值[J]. 中国南方果树, 2018, 47(S1): 24-26.
- [2] 孙超. 花香梨酥世名扬, 含滋嚼句齿牙香—全国名特水果: 砀山酥梨[J]. 安徽农业大学学报(社会科学版), 2019, 28(2): 2; 141.
- [3] 陈静, 程晓雨, 潘明, 等. 中国果酒生产技术研究现状及其产业未来发展趋势[J]. 食品工业科技, 2017, 38(2): 383-389.
- [4] 陈丹丹, 施炎炎. 酒中乙醇浓度国标检测方法的改进[J]. 福建分析测试, 2017, 26(6): 31-33.
- [5] 劳于根, 张英. “手持式折光仪”测定方法的改进[J]. 酿酒科技, 1992(1): 51-52.
- [6] 吴继军, 肖更生, 刘学铭, 等. 酒精度对糖度测定的影响及其应用[J]. 酿酒, 2001(6): 56.
- [7] 丁笑莉, 高建, 高源, 等. 用高效液相色谱法测定食品中总糖含量方法探讨[J]. 中国公共卫生管理, 2012, 28(6): 814-815.
- [8] 魏茹霞. 黄酒中总糖与还原糖含量测定方法比较[J]. 科技与创新, 2016(22): 118-119.
- [9] 王滨, 周东升, 张道国. 直接比重法测定蒸馏酒乙醇浓度[J]. 湖北预防医学杂志, 2001(3): 17.
- [10] PIETER HONIG. Principles of Sugar Technology[M]. Nothelonds: Elsevier publishing company, 2013: 31.
- [11] 杨晓东. 气相色谱法与蒸馏比重法测定中成药液体制剂中乙醇量之比较[J]. 中成药, 1992(7): 19.

(本文责编: 郑立龙)