

石榴果酒发酵工艺的研究

尹礼国,魏琴,颜嫣,何彬,曾庆勇,张超,王涛,周锦霞,李华兰

(宜宾学院西南特色经济植物保护与利用重点实验室,四川 宜宾 644007)

摘要: 以成熟石榴汁为原料,对石榴果酒发酵工艺进行研究。确定石榴酒发酵工艺为:pH4.0、糖度为16,加入6 g/L果胶酶、0.20 g/L葡萄酒酵母,在24℃条件下前发酵4 d后,分2次添加葡萄糖,在18℃后发酵20 d,使其最终酒度在12%vol左右。将发酵醪陈酿、澄清、包装、灭菌后得到酒体醇厚、酸涩适中的深红色澄清石榴果酒。

关键词: 石榴; 石榴果酒; 发酵工艺; 正交实验

中图分类号: TS262.7; TS261.4

文献标识码: B

文章编号: 1001-9286(2008)03-0081-04

Study on Fermentation Techniques of Pomegranate Fruit Wine

YIN Li-guo, WEI Qin, YAN Yan, HE Bin, ZENG Qing-yong,

ZHANG Chao, WANG Tao, ZHOU Jin-xia and LI Hua-lan

(Key Lab of Southwest Special Economic Plant Protection and Utilization, Yibin College, Sichuan 644007, China)

Abstract: The fermentation techniques of pomegranate fruit wine were studied. The optimum fermentation techniques were determined as follows: matured pomegranate juice used as raw material, pH value adjusted to 4.0 and sugar content to 16, 6 g/L pectase and 0.2 g/L grape wine yeast were added, then 4 d fermentation at 24℃, then glucose added twice and 20 d fermentation at 18℃, and the final alcohol degree was about 12%vol. Then after aging, clarification, packing and sterilization, pomegranate fruit wine of mellow taste and moderate acidity was produced. The wine was transparent and carmine in color.

Key words: Punica granatum L.; pomegranate fruit wine; fermentation techniques; orthogonal experiment

石榴(*Punica granatum* L.)原产于伊朗、阿富汗等国,其果实成熟后为多室、多子的浆果,多汁,酸甜适中,含有丰富的碳水化合物、蛋白质、各种氨基酸和人体所必需的微量元素如钾、钙、镁、钠等,还含有铜、铁、锌等微量元素和各种维生素,其中维生素C含量比苹果、梨高2倍以上。石榴具有软化血管、降血糖、血脂、胆固醇及养颜驻容等营养保健功效。以色列工程技术学院研究发现,石榴中含有延缓衰老、预防动脉粥样硬化和减缓癌变进程的植物多酚类、生物类黄酮、石榴酸、鞣花酸等天然抗氧化剂,可中和人体内诱发疾病与衰老的氧化自由基,抵抗炎症对人体的破坏^[1]。美国研究人员在一份报告中指出,深红色石榴汁能够抵制癌细胞的生长。

我国石榴以产果为重点产区有陕西、安徽、江苏、云南、四川等省。四川的西昌、会理、德昌、米易等地区的石榴以果大汁多广受欢迎。近年来,随着我国退耕还林政策的实施,四川省石榴种植规模逐步扩大,开展石榴果实资源的深加工技术的研究可促进石榴产业多元化的发展,提升林产品的经济价值,增加农民收入。以石榴果汁为原料,采用果酒发酵工艺,生产具有保健与

营养价值的石榴果酒,是开展石榴深加工的一条行之有效的途径^[2-4]。

1 材料与方法

1.1 材料

石榴:购自宜宾市西郊农贸市场;安琪葡萄酒用高活性干酵母;果胶酶:广西南宁东恒华道生物科技有限责任公司;葡萄糖(分析纯);0.2 μm水系微孔过滤膜(直径50 cm)。

1.2 设备与仪器

YX280B高压灭菌锅(上海三申医疗器械有限公司)、pHS-3C酸度计(上海理达仪器厂)、过滤器(天津津腾实验设备有限公司)、手持糖度仪(成都兴晨光光学仪器有限公司)、比重瓶。

1.3 工艺流程及操作要点

石榴原料的选择 去皮、榨汁及调配 灭菌 加果酒酵母 前发酵 后发酵 陈酿 过滤 澄清 灌装 灭菌 成品

1.3.1 原料的选择

选择果肉鲜红、无霉烂的新鲜果实,以确保成品的

基金项目:宜宾学院教学改革研究项目2006JG13和学生科技创新课题项目X200668资助。

收稿日期:2007-12-10

作者简介:尹礼国(1979-),男,湖北大冶人,硕士,讲师,主要从事食品生物技术研究。

风味和色泽。

1.3.2 去皮、制汁及调配

石榴经剥皮后去隔膜,用榨汁机榨汁,石榴的出汁率在48%左右。由于石榴皮和石榴籽内含有大量单宁,所以必须将石榴皮剥除,并避免将石榴籽破碎,以免石榴汁中单宁浓度过高抑制酵母生长与酒精发酵,同时影响产品口感。并加入果胶酶。根据需要用柠檬酸和碳酸钙调节果汁pH为4,用蔗糖调节糖度为16,按200 mL标准分装入500 mL的三角瓶,塞上硅胶塞。

1.3.3 加果胶酶与果酒酵母

果胶是大多数新鲜水果细胞壁的组成成分,石榴破碎后,果胶和原果胶存在于果汁中,使果汁粘稠,影响过滤澄清。在石榴汁中加入果胶酶可以促进果胶的水解,提高出汁率,浸提果实中的天然色素和优质单宁,促进果酒呈色、呈味,并有助于果酒过滤澄清。

实验过程中采用安琪葡萄酒用高活性干酵母,先将葡萄酒酵母倒入10倍体积的1%,蔗糖水中,振摇均匀后在35℃水浴条件下静置30 min,使之充分活化^[9],然后加入调配好的果汁中发酵。

1.3.4 前发酵

将加果酒酵母后的果汁放入24℃的生化培养箱中发酵。由于发酵过程中产生的CO₂会将果汁中的部分固形物带到表面,固形物悬浮在发酵液表面会增加杂菌特别是醋酸菌滋生的可能性,从而影响酒体风味,所以应及时振摇三角瓶,使固形物沉入发酵液中。当发酵约4 d时,发酵醪的比重下降到1.02 g/mL左右^[6],采用手持糖度计测得发酵醪的糖含量仅为2%~3%,前发酵结束。

1.3.5 后发酵

采用气相色谱法测定前发酵结束时发酵醪的酒精度为6.5%~8%,此时酒体淡薄,为提高产品的质量,按18 g/L糖生成1%vol酒的比例向发酵醪补加葡萄糖^[7],使其最后发酵的酒精度在12%vol左右,置入恒温培养箱中进行后发酵。

1.3.6 陈酿

发酵完毕后,将恒温培养箱调至15℃陈酿1个月。

1.3.7 过滤、澄清

发酵完毕后,用纱布过滤除去发酵醪酒脚,然后在3000 r/min条件下离心5 min,将上清液倒入三角瓶中,然后在70~75℃条件下热处理3~5 min^[8],取出冷却至室温,放入2℃冰箱中冷藏20 d,使酒中的胶体物质充分沉淀,然后用0.22 μm的水系微孔过滤膜过滤,除去其中的固形物、细菌及酵母,得到深红色澄清果酒。

1.3.8 灌装、灭菌

将过滤、澄清后的果酒分装于玻璃瓶中,密封后在

70℃条件下水浴灭菌30 min,冷却后在低温条件下贮存^[10]。

1.4 糖度检测方法

采用手持糖度仪法测定发酵醪糖度,采用蓝-爱农法测定石榴果酒中糖含量。

1.5 酒精度检测方法 气相色谱法

仪器:GC7890气相色谱,上海天美科学仪器有限公司;AT-2000白酒分析专用填充柱:中国科学院兰州化学物理研究所色谱技术研究开发中心,载气:氮气,氢火焰离子化检测器,量程:8,衰减:0;柱温:100℃,进样器温度:130℃,检测器温度:130℃,进样量1 μL。

采用面积外标法。10%酒精标样与石榴果酒试样的气相色谱图,见图1和图2。

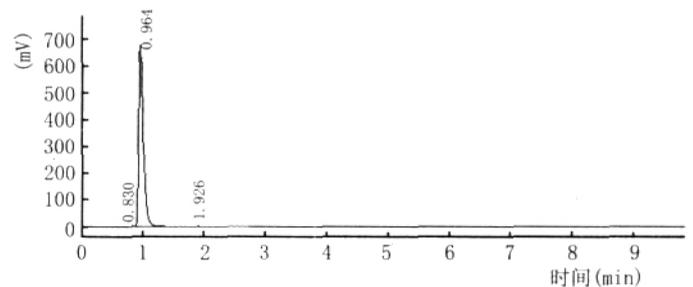


图1 10%酒精标样的气相色谱图

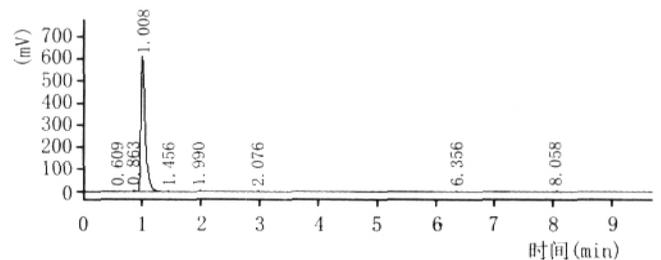


图2 石榴果酒气相色谱图

1.6 酸度检测方法

采用pHS-3C酸度计检测。

2 结果与分析

2.1 前发酵过程中的糖度和酒精度变化

将石榴去皮、榨汁后,调节果汁的酸度和糖度,加入6 g/L果胶酶,同时加入按果汁体积计0.20 g/L酵母,在24℃条件下发酵4 d,每隔24 h用手持糖度计测量发酵醪的糖度,采用气相色谱法测量发酵醪的酒精度,结果见图3和图4。

由图3和图4可知,在前72 h糖度下降,酒精度上升,72~96 h糖度酒精度的变化减缓。发酵至96 h时发酵醪中糖分为2.5%、酒精度为7%vol~8%vol之间,糖分过低不利于酒精度的提高,故确定前发酵时间为4 d。前发酵结束后,果酒发酵醪酒体淡薄。为进一

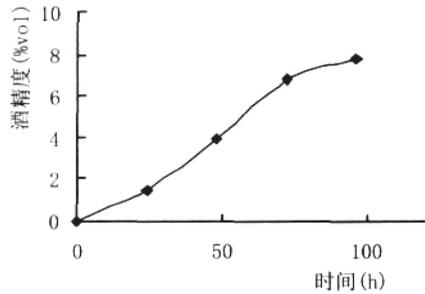


图3 前发酵期酒精度的变化

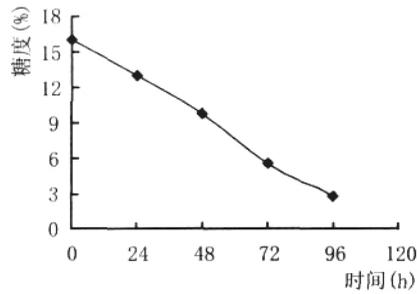


图4 前发酵期糖度的变化

步提高产品酒精度,需加入葡萄糖进行后发酵,提高酒精度,使酒体协调。

2.2 不同酵母添加量对酒精度的影响

将石榴去皮、制汁后,用碳酸钙调节酸度为4.0,加入6 g/L的果胶酶,分别加入0.10 g/L、0.15 g/L、0.20 g/L和0.25 g/L安琪葡萄酒高活性干酵母,在24℃条件下发酵4 d后测定酒精度,再按18 g/L葡萄糖生成1%vol酒精计算,在前发酵结束后分2次加入葡萄糖(分别在后发酵开始时和后发酵72 h后加入总量的一半)^[9],在18℃发酵20 d,发酵结束后,将发酵醪陈酿、过滤、澄清后测量酒精度(见图5)。由图5可知,酵母添加量在0.20 g/L时,酒精度最高。

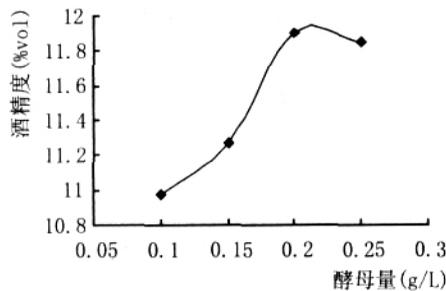


图5 酵母用量对酒精度的影响

2.3 不同果胶酶添加量对酒精度的影响

将石榴去皮、榨汁后,调节酸度、糖度,加入0.20 g/L的安琪葡萄酒高活性干酵母,同时分别添加4 g/L、5 g/L、6 g/L和7 g/L的果胶酶,其他操作同2.2,测得酒精度,结果见图6。

由图6可知,在4~6 g/L之间,随着果胶酶量的增

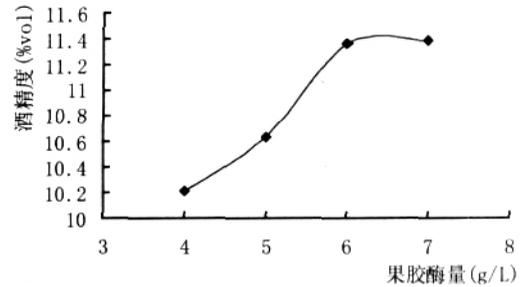


图6 果胶酶添加量对酒精度的影响

加,酒精度增加,当果胶酶添加量为6 g/L和7 g/L时,酒精度相差不大,故确定果胶酶添加量为6 g/L。

2.4 后发酵温度对酒精的影响

将石榴去皮、榨汁后,用碳酸钙调节酸度为4.0,加入0.6%的果胶酶,添加0.20 g/L安琪葡萄酒高活性干酵母,按2.2条件前发酵,然后加入葡萄糖分别在12、15、18和21℃后发酵20 d。发酵结束后,将发酵醪陈酿、过滤、澄清,测得果酒酒精度(见图7)。结果表明,在18℃发酵20 d的酒精度最高。

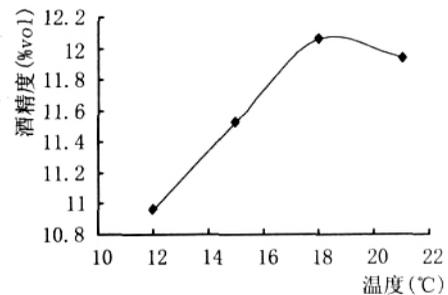


图7 不同温度对酒精的影响

2.5 石榴汁 pH 对酒精的影响

将石榴去皮、榨汁后,分别调整pH为3.0、3.5、4.0和4.5,添加0.20 g/L安琪葡萄酒高活性干酵母和0.6%的果胶酶,采用2.2中的前、后发酵条件发酵。发酵结束后,将发酵醪陈酿、过滤、澄清,测得酒精度见图8。结果表明,pH4.0时产品的酒精度最高,适于酵母的酒精发酵。

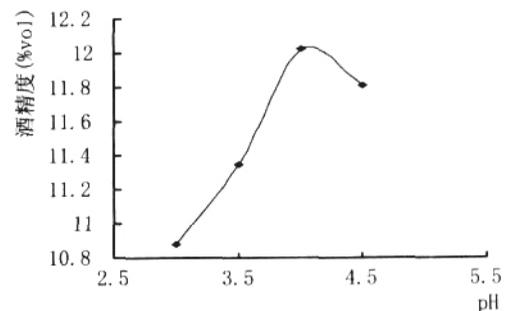


图8 不同 pH 对酒精的影响

2.6 正交实验^[11]

在以上单因子实验基础上,对酵母添加量(g/L)、果胶酶添加量(%)、发酵温度、pH作正交实验,根据随机

原则,设计因素水平表见表1,实验结果见表2。

表1 正交实验因素水平表

水平	A 酵母量(g/L)	B 果胶酶量(g/L)	C 温度(°C)	D pH
1	0.15	5	18	4.0
2	0.20	6	15	4.5
3	0.10	4	12	3.0
4	0.25	7	21	3.5

表2 正交实验结果

试验号	A 酵母量 (g/L)	B 果胶酶量 (%)	C 温度 (°C)	D pH	酒精度 (%vol)
1	1	1	1	1	12.09
2	1	2	2	2	11.30
3	1	3	3	3	11.12
4	1	4	4	4	10.28
5	2	1	3	4	11.11
6	2	2	4	3	11.52
7	2	3	1	2	11.05
8	2	4	2	1	11.65
9	3	1	4	2	9.02
10	3	2	3	1	11.28
11	3	3	2	4	9.81
12	3	4	1	3	12.05
13	4	1	2	3	10.65
14	4	2	1	4	11.35
15	4	3	4	1	11.03
16	4	4	3	2	11.16
K1	44.79	42.87	46.54	46.05	
K2	45.33	45.45	43.41	42.53	
K3	42.16	43.01	44.67	45.34	
K4	44.19	45.14	41.85	42.55	
k1	11.243	10.718	11.635	11.513	
k2	11.333	11.363	10.853	10.633	
k3	10.540	10.753	11.168	11.335	
k4	11.048	11.285	10.463	10.638	
极差 R	3.17	2.58	4.69	3.52	

由表2可知,对酒精度影响程度的主次顺序为温度(C)> pH(D)> 酵母添加量(A)> 果胶酶添加量(B),即温度、pH和酵母添加量对石榴果酒的酒精度影响较大,而果胶酶量对石榴果酒的酒度影响较小,其最优方案为A₂B₂C₄D₁,即酵母添加量为2g/L,果胶酶添加量为6g/L,发酵温度为18℃,pH为4.0。在本实验过程中,还对石榴酒的感官指标进行了鉴评,结果表明,4个变量对酒体口味影响的主次顺序为C> D> A> B,与以酒精度为指标的结果一致。

通过验证实验表明,采用最优工艺生产的石榴酒酒精度为12.21%vol±0.23%vol,采用蓝爱农法测得葡萄糖含量为53±4.2g/L,pH为3.7±0.52,酸度以柠檬酸计为6±2。通过感官鉴评结果表明,产品呈透明的深红色,无杂质,具有石榴的清香味,果酒香气怡人,酒体醇厚,

酸涩感适中,回味好。

2.7 产品主要质量指标

根据本次实验结果,结合相关文献^[12],拟定石榴酒的主要产品质量指标(见表3)。

表3 石榴酒主要质量指标

项目	理化指标
酒精度(%vol)	12.2±0.3
糖度(g/L,以葡萄糖计)	50±5
pH	3.7±0.3
酸度(g/L,以柠檬酸计)	6±2
项目	卫生指标
细菌总数(个/mL)	≤50
大肠菌(个/100mL)	≤3
致病菌	不得检出

3 结论

通过单因子与正交实验确定石榴果酒的发酵工艺为:将石榴去皮、制汁,用碳酸钙调节酸度为4.0,按果汁体积计,加入6g/L的果胶酶、0.20g/L安琪葡萄酒高活性干酵母,在24℃条件下前发酵4d后,分2次加入葡萄糖,在18℃后发酵20d。发酵结束后,于15℃陈酿1个月,在70~75℃条件下对发酵醪热处理3~5min^[9],取出冷却至室温,再放入2℃冰箱中冷藏20d后,用0.22μm膜过滤,采用玻璃瓶包装后,70℃灭菌30min,得深红色、具有石榴的清香味和果酒的醇香味、酒体醇厚、酸涩适中的石榴果酒。

参考文献:

- [1] 翟文俊.石榴营养酒的酿造[J].食品科技,2006,(3):25-28.
- [2] 许芳.芦荟米酒的研制[J].酿酒,2007,(4):93-94.
- [3] 王玉霞,张超.柑橘果酒的加工现状及存在问题[J].西南园艺,2005,(5):106-107.
- [4] 马绍威.我国果酒业的现状及发展对策[J].中国食物与营养,2005,(3):37-38.
- [5] 潘世全.安琪葡萄酒酵母在果酒中的广泛应用[J].酿酒科技,2002,(3):90-92.
- [6] Roger B. Boulton.葡萄酒酿造工艺学[M].北京:轻工业出版社,2001.
- [7] 康有明.葡萄酒生产技术及饮用指南[M].北京:化学工业出版社,1999.
- [8] 陈志周,张子德,田金强,等.板栗果酒生产工艺研究[J].酿酒科技,2005,(2):59-64.
- [9] 郑静.菠萝果酒酿造工艺的研究[J].酿酒,2006,(33):105-107.
- [10] 陈祖满.桑葚果酒的酿造技术[J].中国酿造,2005,(4):62-64.
- [11] 李云雁,胡传荣.实验设计与数据处理[M].北京:化学工业出版社,2005.
- [12] 赵霖.果酒与健康[J].中国酿造,1998,(6):36-37.