

布朗李果酒发酵工艺研究

胡云峰^a, 庞权^a, 阎瑞香^b, 陈君然^a

(天津科技大学 a.食品工程与生物技术学院 b.包装与印刷工程学院, 天津 300222)

摘要: **目的** 为了优化布朗李果酒的最佳发酵工艺。**方法** 以布朗李为原料, 选取酵母接种量、发酵温度、初始含糖量、二氧化硫添加量为影响因子, 以酒精度为考察指标, 在单因素试验的基础上对布朗李果酒的发酵工艺进行正交优化。**结果** 得到了布朗李果酒发酵的最优工艺参数, 酵母接种量(体积分数)为5%, 发酵温度为26℃, 初始含糖量(质量分数)为24%、二氧化硫添加量为80 mg/L。在此条件下发酵7 d的果酒酒精度(体积分数)为11.9%。**结论** 该工艺生产的布朗李果酒酒精度高, 原料发酵充分, 利用率高。

关键词: 布朗李; 果酒; 发酵工艺; 酒精

中图分类号: TS262.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2019)09-0043-05

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2019.09.007

Fermentation Technology of Wine Made from Black Plum

HU Yun-feng^a, PANG Quan^a, YAN Rui-xiang^b, CHEN Jun-ran^a

(a.College of Food Engineering and Biotechnology

b.College of Packaging and Printing Engineering, Tianjin University of Science and Technology, Tianjin 300222, China)

ABSTRACT: The paper aims to optimize the fermentation technology of wine made from black plum. With black plum as the raw material, additive amount of yeast, fermentation temperature, initial sugar content and the adding dosage of sulfur dioxide were selected as factors of influences to orthogonally optimize the fermentation technology of wine made from black plum with the alcoholic strength as a reference indicator. The results showed that the optimal fermentation conditions were as follows: additive amount of yeast was 5%, fermentation temperature was 26℃, initial sugar content was 24%, the adding dosage of sulfur dioxide was 80 mg/L. After 7 days of fermentation under the optimal conditions, the alcohol content of black plum wine was 11.9%. The black plum wine produced in this method has high alcoholic strength. The raw materials are fermented well and the usage rate is high.

KEY WORDS: black plum; wine; fermentation technology; alcohol

布朗李是我国20世纪90年代引入的, 由美国育成并栽培、推广的良种李品种。由于布朗李的果皮颜色呈紫黑色, 因此又叫黑李子、黑布林或黑布仑等^[1]。布朗李具有栽植适应性好, 果型美观, 果核小, 可食率高(96%), 果肉致密, 风味浓郁等优点, 深受栽植者和消费者的喜爱, 目前已成为我国部分地区李树结

构调整的主栽品种^[2-3]。布朗李营养丰富, 富含糖、酸、维生素及钙、磷、铁等多种营养物质, 具有清热利尿、解毒活血、生津祛痰、养肝破瘀等功效, 是一种具有一定营养保健功效的水果, 具有较好的开发利用价值^[4-5]。此外, 布朗李汁液丰富、甜度高、香味浓, 加工性能优良, 适于加工果酒、果汁、果酱、

收稿日期: 2019-03-18

基金项目: 西藏自治区科技重大专项(XZ201801NA04); 天津市林果现代农业产业技术体系创新团队项目(ITTFPRS 2018010)

作者简介: 胡云峰(1966—), 女, 硕士, 天津科技大学研究员, 主要研究方向为农产品加工与贮藏。

果醋等多种产品^[6]。果酒是以水果代替大麦、玉米等发酵原料,采用其果汁进行发酵,酿制的一种低酒精度的营养保健型酒^[7]。果酒果香浓郁、口感温和,保留了果实中的大部分营养物质,具有健康、绿色、纯天然等特点,深受消费者的青睐^[8-10]。近年来,对布朗李的研究多集中于引种栽植方面,布朗李果实多以鲜销为主,关于布朗李的加工品研究较少。文中以布朗李为主要原料,优化布朗李果酒发酵工艺,以期为布朗李深加工产品的开发提供参考。

1 实验

1.1 材料与试剂

主要材料和试剂:酿酒酵母,天津科技大学菌种保藏室提供;布朗李、白砂糖,购自塘沽农贸市场;果胶酶,天津市佳益酶制剂新技术有限公司;柠檬酸,潍坊英轩实业有限公司;D-异抗坏血酸钠,诸城华源生物工程有限公司。

1.2 仪器

主要仪器:DDK-98-1型电热恒温水浴锅,天津泰斯特有限公司;JJ300电子分析天平,美国双杰(兄弟)集团有限公司;PAL-1水果糖度计,广州市爱宕科学仪器有限公司;L-101型电热恒温鼓风干燥箱,天津市中环实验电炉有限公司;组织捣碎机,天津市达康电器有限公司;酒精计,河北省武强县华洋仪表厂;MHP-250型智能霉菌培养箱,上海鸿都电子科技有限公司。

1.3 方法

1.3.1 工艺流程

工艺流程:布朗李→清洗→去核、切块→破碎→护色→酶解→调整成分→接种酵母→酒精发酵→分离酒脚→澄清→陈酿→布朗李果酒。

1.3.2 工艺操作要点

挑选成熟、无腐烂、无病虫害的布朗李洗净、去核;将布朗李切块、打浆,打浆过程中加入柠檬酸和D-异抗坏血酸钠护色;随后向果浆中加入1 g/L的果胶酶,于50℃下酶解1 h;对酶解后的果浆进行糖分调整后,于85℃水浴中加热20 min进行巴氏灭菌,随后冷却,将提前活化的酵母菌接入灭菌液中发酵;待充分发酵后进行酒脚分离、澄清、陈酿等后续操作。

1.3.3 工艺优化

1.3.3.1 温度对果酒发酵的影响

在初始含糖量(文中均以质量分数计)为22%、二氧化硫添加量为40 mg/L、酵母接种量(文中均以体积分数计)为4%的条件下,分别将发酵液在20,

22, 24, 26, 28℃条件下发酵7 d,考察温度对果酒酒精度的影响。

1.3.3.2 酵母接种量对果酒发酵的影响

在初始含糖量为22%、二氧化硫添加量为40 mg/L、发酵温度为24℃的条件下,分别在发酵液中按接种量为2%, 3%, 4%, 5%, 6%加入酵母后发酵7 d,考察酵母接种量对果酒酒精度的影响。

1.3.3.3 初始含糖量对果酒发酵的影响

在酵母接种量为4%、二氧化硫添加量为40 mg/L、发酵温度为24℃的条件下,分别调整发酵液的初始含糖量为18%, 20%, 22%, 24%, 26%,在此条件下发酵7 d,然后考察初始含糖量对果酒酒精度的影响。

1.3.3.4 二氧化硫添加量对果酒发酵的影响

在初始含糖量为22%、酵母接种量为4%、发酵温度为24℃的条件下,分别在发酵液中添加20, 40, 60, 80, 100 mg/L亚硫酸钠,发酵7 d后考察二氧化硫添加量对果酒酒精度的影响。

1.3.3.5 正交试验法优化果酒发酵工艺

在单因素试验基础上,选取发酵温度、酵母接种量、二氧化硫添加量、初始含糖量为试验因素,以酒精度为考察指标设计 $L_9(3^4)$ 正交试验,进一步优化果酒发酵工艺。因素水平见表1。

表1 正交试验因素与水平设计
Tab.1 Factors and levels of orthogonal test

水平	因素			
	酵母接种量/%	发酵温度/℃	初始含糖量/%	二氧化硫/(mg·L ⁻¹)
1	3	22	20	40
2	4	24	22	60
3	5	26	24	80

1.3.4 指标测定方法

含糖量的测定采用PAL-1糖度计进行测定^[11];采用酒精计测定酒精的体积分数,具体方法参见周丽明等的测定方法^[12]。

2 结果与分析

2.1 发酵温度对布朗李果酒发酵酒精度的影响

温度是影响酵母生长繁殖的一个关键因素^[13]。由图1可以看出,当发酵温度低于24℃时,布朗李果酒的酒精含量随着温度的升高而增大,当达到24℃时酒精含量达到最高值;随后随着发酵温度的升高,酒精含量趋于平缓,并稍有下降趋势。分析原因可能是温度较低时,酵母生长繁殖速度较慢,在7 d内产

生的酒精含量较少,而温度过高时,由于酵母生长繁殖速度过快,未将糖分全部转化为酒精,从而生成了部分副产物,导致酒精度有所降低。

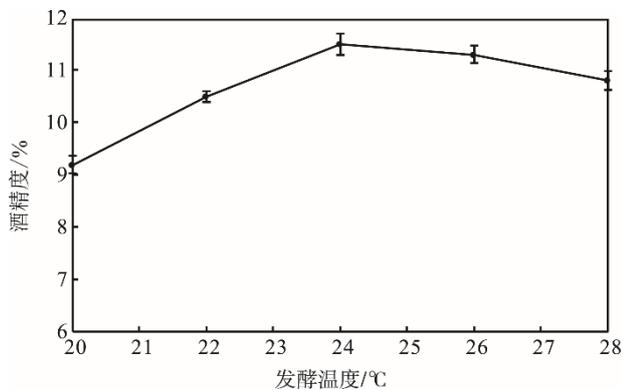


图1 发酵温度对酒精度的影响

Fig.1 Effects of fermentation temperature on alcohol content

2.2 酵母添加量对布朗李果酒发酵酒精度的影响

酵母是果酒发酵的关键原料,其添加量直接影响着发酵强度和周期^[14]。由图2可知,在酵母接种量小于4%时,随着酵母接种量的增加,酒精含量的增加趋势十分明显,可见酵母添加量越高,由糖类物质转化得到的酒精含量越高;当酵母接种量为4%时,布朗李果酒的酒精含量达到最高值,随后趋于平缓,可见此时酵母添加量已过量,而发酵液中糖分含量有限,过量的酵母对糖分的发酵利用趋于饱和,不能产生过多的酒精,因此酒精度转化率达到饱和,不再继续升高;酵母需要消耗一定的糖分来维持自身的生长繁殖,因此在糖分含量固定的情况下,过量的酵母会因为消耗过多糖分,从而造成酒精转化程度降低^[15-16]。

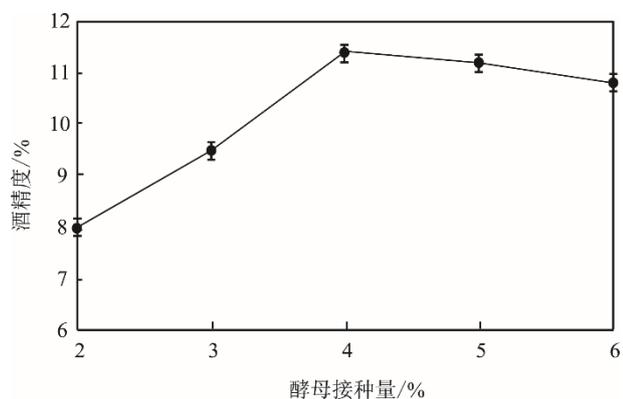


图2 酵母接种量对酒精度的影响

Fig.2 Effects of amount of yeast on alcohol content

2.3 初始含糖量对布朗李果酒发酵酒精度的影响

由图3可以看出,随着含糖量的不断升高,酒精

度呈现先升高后趋于平缓的变化趋势,当含糖量达到22%时,酒精度达到最高值,随后酒精度趋于稳定。糖是酵母发酵产生酒精的重要原料,初始含糖量的增加可在一定程度上提高发酵的酒精度;当含糖量过高时,超过了酵母的发酵能力,酒精度开始趋于稳定,并且由于高糖造成的渗透压的升高会在一定程度上抑制酵母的生长繁殖,不利于发酵。

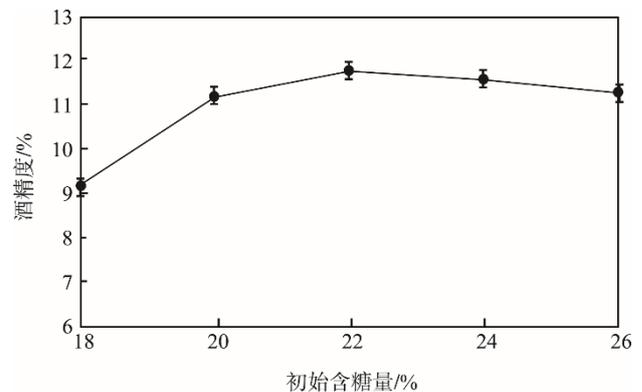


图3 初始含糖量对酒精度的影响

Fig.3 Effects of initial sugar degree on alcohol content

2.4 二氧化硫添加量对布朗李果酒发酵酒精度的影响

酿酒酵母对二氧化硫的耐受能力较强,而一般杂菌对二氧化硫较为敏感^[17],因此,在酿酒过程中常常添加一定量的二氧化硫来抑制杂菌,改善产品品质。由图4可知,起初随着二氧化硫浓度的增大,酒精度呈上升趋势,当二氧化硫加入量为60 mg/L时,酒的口感较好,色泽诱人,酒精度较高;当二氧化硫加入量大于60 mg/L时,继续加大二氧化硫添加量则会造成酒精度的下降。可见过量的二氧化硫同样会对酵母的发酵强度产生抑制作用,这主要是因为酵母对二氧化硫的耐受力具有一定的限度,过量的二氧化硫会进入酵母体内造成其体内pH值急剧降低,从而影响了酵母的正常生长代谢^[18]。

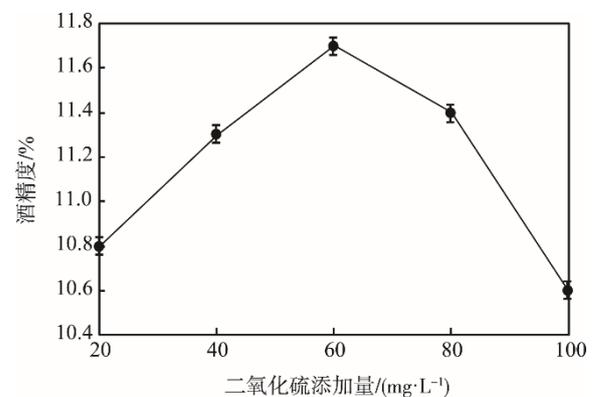


图4 二氧化硫添加量对酒精度的影响

Fig.4 Effects of adding dosage of sulfur dioxide on alcohol content

2.5 布朗李果酒最佳发酵工艺的确定

由表 2 可知,影响布朗李果酒发酵因素的主次顺序为 A>B>C>D,可见影响布朗李果酒发酵的最主要因素是酵母接种量,其次是发酵温度、初始含糖量,影响最小的是二氧化硫添加量。布朗李果酒的最优发酵工艺组合是 A₃B₃C₃D₃,即酵母接种量为 5%、

发酵温度为 26 ℃、初始含糖量为 24%、二氧化硫添加量为 80 mg/L 时。由于最佳试验组未出现在试验设计内,因此按此条件进行了重复验证试验,在此优化条件下发酵 7 d 后,布朗李果酒的酒精度(以体积分数计)为 11.9%,高于其他各发酵组,可见该工艺结果可靠,由此确定布朗李果酒最佳发酵工艺组合为 A₃B₃C₃D₃。

表 2 试验设计及结果
Tab.2 Design and results of test

试验号	因素				酒精度/%
	A酵母接种量/%	B发酵温度/℃	C初始含糖量/%	D二氧化硫添加量/(mg·L ⁻¹)	
1	1 (3)	1 (22)	1 (20)	1 (40)	9.8
2	1	2 (24)	2 (22)	2 (60)	10.4
3	1	3 (26)	3 (24)	3 (80)	10.8
4	2 (4)	1	2	3	10.9
5	2	2	3	1	11.4
6	2	3	1	2	11.2
7	3 (5)	1	3	2	11.3
8	3	2	1	3	11.5
9	3	3	2	1	11.8
k ₁	10.33	10.67	10.83	11.00	
k ₂	11.17	11.10	11.03	10.97	
k ₃	11.53	11.27	11.17	11.07	
R	1.20	0.60	0.33	0.10	

3 结语

布朗李果酒发酵过程中,酵母接种量、发酵温度、初始含糖量和二氧化硫添加量对布朗李果酒的发酵酒精度均具有不同程度的影响,其中酵母接种量对发酵酒精度影响最大,过多或过低的酵母接种量均不利于发酵过程中酒精的转化,因此需严格控制酵母接种量。在单因素试验的基础上,对布朗李果酒的发酵工艺进行了优化,确定了布朗李果酒发酵工艺的最优参数为酵母接种量 5%、发酵温度 26 ℃、初始含糖量 24%、二氧化硫添加量 80 mg/L,按此工艺发酵 7 d 后,布朗李果酒的酒精度为 11.9%,高于其他各发酵组。该工艺可靠,具有一定的实用价值。

参考文献:

- [1] 詹嘉红,蓝宗辉,魏小凤.黑布林李子皮色素的提取及稳定性[J].食品研究与开发,2011,32(5):182—186.
ZHAN Jia-hong, LAN Zong-hui, WEI Xiao-feng. Study on the Extraction and Stability of Pigment from Black Plum[J]. Food Research and Development, 2011, 32(5): 182—186.
- [2] 路彦霞,贾永红,张维悦,等.黑布朗李子皮色素提

取工艺的研究[J].食品研究与开发,2015,36(22):40—42.

LU Yan-xia, JIA Yong-hong, ZHANG Wei-yue, et al. Study on Extraction of Pigment from Black Plum Skin[J]. Food Research and Development, 2015, 36(22): 40—42.

- [3] 刘蒙佳.安哥诺李果醋加工工艺的研究[D].西安:陕西师范大学,2007.
LIU Meng-jia. Study on the Processing Technology of AngelenoVinegar[D]. Xian: Shaanxi Normal University, 2007.
- [4] 侯会斌,孙兆远.发酵型李子果酒酿造工艺研究[J].畜牧与饲料科学,2009,30(9):47—48.
HOU Hui-rong, SUN Zhao-yuan. Study on Brewing Technology of Fermentation Plums Wine[J]. Animal Husbandry and Feed Science, 2009, 30(9): 47—48.
- [5] 孟宇竹,雷昌贵,蔡花真,等.布朗李杏仁复合蛋白饮料稳定性研究—乳化稳定剂对稳定性的影响[J].中国食品添加剂,2010(6):138—142.
MENG Yu-zhu, LEI Chang-gui, CAI Hua-zhen, et al. Study on the Stability of the American Plum and Almond Protein Beverage—Effect of Emulsifications on Stability[J]. China Food Additives, 2010(6): 138—142.
- [6] 雷昌贵,孟宇竹,蔡花真,等.果胶酶对布朗李汁澄清效果的研究[J].食品与药品,2009,11(5):37—38.
LEI Chang-gui, MENG Yu-zhu, CAI Hua-zhen, et al.

- Research on Effect of Pectinase in Clarification Process of Prunus Americana Juice[J]. Food and Drug, 2009, 11(5): 37—38.
- [7] 张春阳, 陈洁珍, 吴洁芳, 等. 果酒成分研究进展[J]. 中国酿造, 2014, 33(10): 6—9.
ZHANG Chun-yang, CHEN Jie-zhen, WU Jie-fang, et al. Research Progress on Fruit Wine Compounds[J]. China Brewing, 2014, 33(10): 6—9.
- [8] 贾凌杉, 贾文沧, 杜彬, 等. 低度欧李发酵果酒的酿造和营养成分分析[J]. 食品工业, 2011(5): 68—70.
JIA Ling-shan, JIA Wen-lun, DU Bin, et al. Brewing Technique and Nutrition Components Analysis of Low Degree Fermented Prunus Humilis Wine[J]. Food Industry, 2011(5): 68—70.
- [9] 郑凤锦, 孙健, 方晓纯, 等. 广西桑椹红酒与葡萄酒抗氧化能力比较研究[J]. 食品工业, 2016, 37(8): 95—99.
ZHENG Feng-jin, SUN Jian, FANG Xiao-chun, et al. Antioxidant Capacity Comparison between Mulberry Wine and Grape Wine of Guangxi[J]. Food Industry, 2016, 37(8): 95—99.
- [10] 吴翔, 尹智华, 吴龙英, 等. 混合发酵果酒澄清方法及澄清剂的筛选[J]. 贵州农业科学, 2017, 45(10): 123—125.
WU Xiang, YIN Zhi-hua, WU Long-ying, et al. Screening of Clarification Method and Clarifying Agent for Mixed Fermentation Fruit Wine[J]. Gui zhou Agricultural Sciences, 2017, 45(10): 123—125.
- [11] 任红, 郑凤锦, 方晓纯, 等. 低醇莲雾果酒发酵工艺的研究[J]. 食品研究与开发, 2018, 39(1): 50—54.
REN Hong, ZHENG Feng-jin, FANG Xiao-chun, et al. Study on Fermentation Technology of Low-alcohol Syzygium Samarangense Wine[J]. Food Research and Development, 2018, 39(1): 50—54.
- [12] 周丽明, 韩金多. 马家柚果酒发酵工艺及其抗氧化作用分析[J]. 南方农业学报, 2018, 49(2): 348—353.
ZHOU Li-ming, HAN Jin-duo. Fermentation Process and Antioxidant Effects of Majia Pummelo Wine[J]. Journal of Southern Agriculture, 2018, 49(2): 348—353.
- [13] 张海宁. 野生猕猴桃酒生产工艺研究[D]. 洛阳: 河南科技大学, 2011.
ZHANG Hai-ning. Study on Production of Wild Kiwi Wine[D]. Luoyang: Henan University of Science and Technology, 2011.
- [14] 陈赶林, 任红, 郑凤锦, 等. 不同干酵母对莲雾果酒酿造的影响[J]. 南方农业学报, 2017, 48(4): 704—709.
CHEN Gan-lin, REN Hong, ZHENG Feng-jin, et al. Effects of Different Dry Yeasts on Syzygium Samarangense Wine Brewing[J]. Journal of Southern Agriculture, 2017, 48(4): 704—709.
- [15] 王丽霞, 叶思敏, 陈炜敏, 等. 玫瑰茄黄酒的工艺研究[J]. 食品研究与开发, 2019, 40(5): 100—105.
WANG Li-xia, YE Si-min, CHEN Wei-min, et al. Study on the Technology of Roselle Rice Wine[J]. Food Research and Development, 2019, 40(5): 100—105.
- [16] 裴晓静. 烘焙红枣果酒的工艺优化及香气成分分析[D]. 保定: 河北农业大学, 2018.
PEI Xiao-jing. Process Optimization and Aromatic Composition Analysis of Baking Red Jujube Wine[D]. Baoding: Agricultural University of Hebei Province, 2018.
- [17] 梁冬梅, 李记明. SO₂对红葡萄酒酚类物质的影响[J]. 中外葡萄与葡萄酒, 2001(3): 13—14.
LIANG Dong-mei, LI Ji-ming. Effect of SO₂ on Phenol Substance in Red Wine[J]. Sino-overseas Grapevine & Wine, 2001(3): 13—14.
- [18] 薛军侠. 酿酒酵母的筛选鉴定及耐受性初步研究[D]. 西安: 西北农林科技大学, 2007.
XUE Jun-xia. Study on Isolation and Identification of Saccharomyces Cerevisiae and Stress Resistance[D]. Xi'an: Northwest A & F University, 2007.