



苏云珊.沙棘果酒发酵工艺优化[J].黑龙江农业科学,2020(2):88-89.

沙棘果酒发酵工艺优化

苏云珊

(黑龙江省农业科学院 园艺分院,黑龙江 哈尔滨 150069)

摘要:为进一步提高沙棘果酒酿造技术,本文研究了发酵过程中 SO_2 的添加量、发酵温度、初始 pH 和酵母菌的接种量对果酒发酵的影响,在单因素基础上进行了正交试验对沙棘果酒发酵工艺进行优化,筛选出沙棘果酒酿造过程中最佳的发酵工艺条件。结果表明:发酵温度 $28\text{ }^\circ\text{C}$ 、 SO_2 用量 $80\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 、酵母菌接种量 10% 、初始 pH 为 3.4,经过 45 d 发酵,其酒精度可达到 $11.3\%\text{ Vol}$,此时果酒的感官评分达到 92 分,与预测值吻合。获得沙棘果酒深黄色酒液,澄清透明,具有较强的沙棘果香与酒香。

关键词:沙棘果酒;发酵工艺;正交法;优化

沙棘(*Hippophae rhamnoides* Linn.)俗称醋柳,具有很高的营养和药用价值,如抗肿瘤作用和抗氧化作用等功能^[1-2],被科学界称为“维生素宝库”^[3-4]。中国是沙棘分布最为广泛的国家,遍布西北、华北和西南地区,拥有 200 多万 hm^2 的资源面积^[5]。沙棘由于分布广泛,取材方便,其发酵而成的果酒受到越来越多的研究者关注。

蔡文超等^[6]对沙棘果酒发酵过程中的料液比、发酵温度、初始糖度和酵母添加量等参数进行优化研究,在料液比 3.4:1.0(g:mL)、发酵温度 $26\text{ }^\circ\text{C}$ 、初始糖度 $27\text{ }^\circ\text{Bx}$ 、酵母添加量 0.04% 的条件下得到沙棘酒的酒精度为 $12\%\text{ Vol}$;杨玉霞等^[7]对百香果酒发酵工艺参数的酵母接种量、初始糖度、发酵时间和发酵温度进行优化,得到的酒精度为 $10.7\%\text{ Vol}$ 的百香果果酒;彭方杰等^[8]对大枣果酒的发酵工艺参数包括初始糖度、装液量、接种量和发酵时间进行优化,在最佳条件下果酒酒精度的转化率达到 93.62% ;叶学林等^[9]利用响应面法优化桑葚果酒发酵过程的初始糖度、起始 pH 等参数,得到的桑葚果酒感官评分达到 88.64 分。本试验拟用沙棘作为原材料,研究发酵过程中 SO_2 的添加量、发酵温度、初始 pH 和酵母菌的接种量对果酒发酵酒精度的影响,利用正交优化试验对沙棘果酒酿造效果的影响进行研究,为沙棘果酒酿造提供借鉴。

1 材料与方法

1.1 材料

沙棘(品种为深秋红):黑龙江省农业科学院

园艺分院浆果园沙棘果试验区;白砂糖:食品级,山东永泰糖业有限公司;活性干酵母:湖北安琪酵母股份有限公司;偏重亚硫酸钾(分析纯):天津市大茂化学试剂厂;葡萄糖:山东西王糖业有限公司。全自动二级发酵设备:江苏镇江科海生物工程有限公司;721 型分光光度计:山东高密分析仪器厂;PHS-3C 型 pH 计:上海雷磁仪器厂;手持折光仪:WS108 型,上海测维光电技术有限责任公司;生物显微镜:XSZ-4G,重庆光学仪器厂;酒精比重计及酒精蒸馏设备等。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 单因素试验设计:(1)温度对果酒发酵的影响。设定 SO_2 用量为 $90\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$,酵母菌接种量为 12% ,初始 pH 为 3.6,发酵时间为 9 d,并在不同发酵温度梯度 $15, 20, 25, 30, 35\text{ }^\circ\text{C}$ 的条件下进行果酒发酵实验,以酒精度作为判断指标^[10-11]。

(2) SO_2 用量对果酒发酵的影响。设定发酵温度为 $28\text{ }^\circ\text{C}$,酵母菌接种量为 12% ,初始 pH 为 3.6,发酵时间为 9 d,分别在 SO_2 用量为 40, 60, 80, 100, $120\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 的条件下进行果酒的发酵^[12]。

(3)酵母菌接种量对果酒发酵的影响。设定 SO_2 用量为 $90\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$,发酵温度为 $28\text{ }^\circ\text{C}$,初始 pH 为 3.6,发酵时间为 9 d,分别在酵母菌接种量 $5\%, 10\%, 15\%, 20\%, 25\%$ 的条件下进行果酒的发酵。

(4)初始 pH 对果酒发酵的影响。设定 SO_2 用量为 $90\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$,发酵温度为 $28\text{ }^\circ\text{C}$,酵母菌接种量为 12% ,发酵时间为 9 d,分别在初始 pH 为 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0 的条件下进行果酒的

收稿日期:2019-08-09

作者简介:苏云珊(1983-),女,硕士,研究实习员,从事小浆果加工技术研究。E-mail:yyfyss2019@163.com。

发酵^[13]。

正交试验设计:根据单因素试验,选取发酵温度、SO₂用量、酵母菌接种量、初始 pH4 个显著因素最优化的试验范围,以沙棘果酒酒精度为优化指标,采用正交分析法对沙棘果酒发酵条件进行优化(表 1)。

表 1 正交试验设计

Table 1 Orthogonal experimental design

水平 Levels	因素 Factors			
	A	B	C	D
	发酵温度	SO ₂ 用量	接种量	初始 pH
	Fermentation temperature/℃	SO ₂ dosage/(mg·L ⁻¹)	Inoculation amount/%	Initial pH
1	26	60	8	3.2
2	28	80	10	3.4
3	30	100	12	3.6

1.2.2 测定项目及方法 利用折光仪测定糖度;蒸馏法测定酒精度;滴定法测定酸度,按照 GB/T15038 方法测定^[14];SO₂添加量参照 GB 5009.34《食品中二氧化硫的测定》^[15]。

1.2.3 数据分析 利用 Excel 2010 和 SPSS 19.0 软件对数据进行处理及统计分析

2 结果与分析

2.1 单因素试验

2.1.1 温度对果酒发酵的影响 发酵温度对于发酵过程至关重要,由图 1 可知,当发酵温度为 15 ℃时,沙棘果酒的酒精度为 5.2% Vol;当发酵温度在 30 ℃范围内时,沙棘果酒酒精度随着发酵温度的升高而增加,并在 30 ℃时达到最大值,为 11.1% Vol;当发酵温度大于 30 ℃时,酒精度开始下降。这是由于过高的温度加快了酵母菌的繁殖,较快地消耗果酒中的糖分,使酒精度的积累降低^[16]。而发酵后期,高温促使酵母加快进入衰亡期,缩短发酵周期^[17-18],而过低的温度会抑制酵母的生长繁殖,不利于酒精的积累,因此正交试验分析中选择最佳发酵温度范围为 25~30 ℃。

2.1.2 SO₂用量对沙棘果酒发酵的影响 由图 2 可知,果酒的酒精度在 SO₂用量为 80 mg·L⁻¹之前随 SO₂用量的增加而增加,之后逐渐降低。在 80 mg·L⁻¹时酒精度达到最大值,为 10.4%。添加 SO₂具有抑制果酒中杂菌生长的作用,起到抑菌、增酸和改善果酒风味的作用,保证果酒发酵的品质。SO₂用量较低时起不到全面的化学作用,

使果酒中的微生物含量和活性越高,导致杂菌活动越活跃,从而影响沙棘果酒的发酵效果,而用量过高也会对酵母菌的发酵产生抑制作用。因此,在正交试验分析中选择 SO₂的用量范围为 60~100 mg·L⁻¹。根据中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会 2016 年 8 月发布的 GB 1886.213-2016 中明确指出,果酒中可以含有 SO₂溶液的含量为 6.0~7.0 w/%,不会对人体健康造成影响。

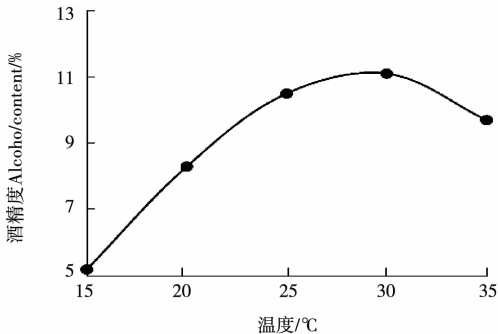


图 1 发酵温度对果酒酒精度的影响

Fig.1 Effects of fermentation temperature on alcohol content of *Hippophae rhamnoides* fruit wine

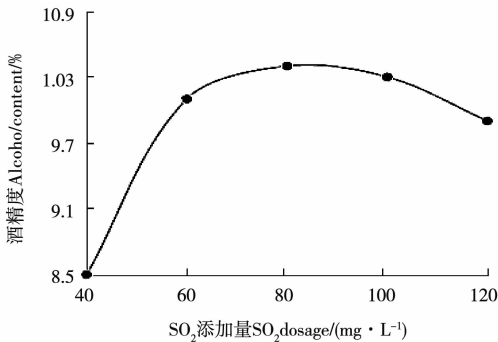


图 2 SO₂用量对沙棘果酒酒精度的影响

Fig.2 Effects of SO₂ dosage on alcohol content of *Hippophae rhamnoides* fruit wine

2.1.3 酵母菌接种量对沙棘果酒发酵的影响

由图 3 可知,起初沙棘果酒的酒精度随酵母菌的添加量增加而增加,在酵母菌接种量大于 10%之后逐渐降低。本研究中当酵母菌的接种量达到 10%左右,酒精度达到最大值,为 10.3%。随着接种量的继续增大,酒精度却逐渐降低。这可能是由于酵母菌的过度生长消耗了一定量的糖,使得酒精度随之降低^[19]。因此,选择酵母菌的接种量范围为 5%~15%。

2.1.4 初始 pH 对沙棘果酒发酵的影响

由图 4 可知,随着初始 pH 的升高,果酒的酒精度逐渐升高,在 pH 为 3.5 左右时到达峰值之后降低。

在初始 pH 为 3.5 时果酒的酒精度达到最大值为 10.5%。酵母菌可以在微酸环境较好的生长繁殖,当 pH 为 3.5 左右时有利于防止其他微生物的生长繁殖,但同时酵母的发酵良好,因此,选择初始 pH 范围为 3.2~3.6。

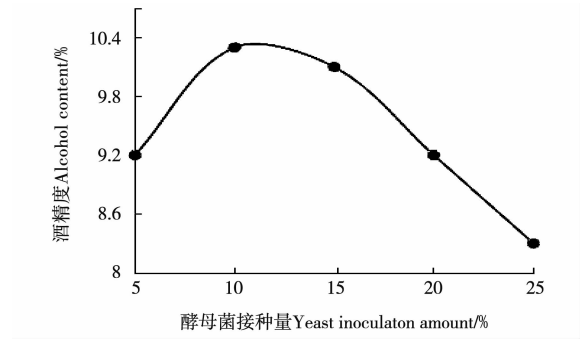


图 3 酵母菌接种量对沙棘果酒精度的影响
Fig. 3 Effects of yeast inoculation amount on alcohol content of *Hippophae rhamnoides* fruit wine

2.2 正交试验

采用正交试验,研究适合沙棘果酒酿造的最

佳条件,并通过实验室相关人员进行感官评定,评分标准参照中国葡萄酒品评标准取得平均值^[20]

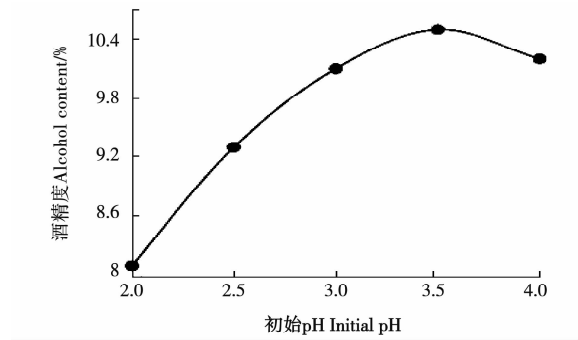


图 4 初始 pH 对沙棘果酒精度的影响
Fig. 4 Effects of initial pH on alcohol content of *Hippophae rhamnoides* fruit wine

由表 2 可知,影响沙棘果酒质量的主次因素依次为 B(SO₂添加量)>A(发酵温度)>D(初始 pH)>C(酵母接种量),得到的最佳组合为 A₂B₂C₂D₂,即发酵温度 28 ℃,SO₂用量 80 mg·L⁻¹,酵母菌接种量 10%,初始 pH 为 3.4。

表 2 正交试验结果
Table 2 Orthogonal test results

编号 No.	A 发酵温度 Fermentation temperature/℃	B SO ₂ 用量 SO ₂ dosage/(mg·L ⁻¹)	C 接种量 Inoculation amount/%	D 初始 pH Initial pH	感官评定分数 Sensory evaluation score
1	1(26)	1(60)	1(8)	1(3.2)	76
2	1	2(80)	2(10)	2(3.4)	89
3	1	3(100)	3(12)	3(3.6)	81
4	2(28)	1	2	3	77
5	2	2	3	1	87
6	2	3	1	2	83
7	3(30)	1	3	2	72
8	3	2	1	3	79
9	3	3	2	1	75
k1	82.000	75.000	79.333	79.333	
k2	82.333	85.000	80.333	81.333	
k3	75.333	79.667	80.000	79.000	
R	7	10	1	2.333	
优组合	A ₂ B ₂ C ₂ D ₂				
主次顺序	B>A>D>C				

2.3 验证试验

设计表 3 来验证正交试验优化得到的沙棘果酒酿造的最佳条件的可靠性。由表 3 可知,试验

3 的感官评定分数最高,即 A₂B₂C₂D₂,因此沙棘果酒酿造的最佳条件是发酵温度 28 ℃,SO₂用量 80 mg·L⁻¹,酵母菌接种量 10%,初始 pH 为 3.4。

表 3 验证试验
Table 3 Validation test

编号 No.	A 发酵温度 Fermentation temperature/℃	B SO ₂ 用量 SO ₂ dosage/(mg·L ⁻¹)	C 接种量 Inoculation amount/%	D 初始 pH Initial pH	感官评定分数 Sensory evaluation score
1	28	80	12	3.2	87
2	26	80	10	3.4	89
3	28	80	10	3.4	92

3 结论

沙棘果酒的酒精度:在发酵初始温度为 15~30 ℃时随着温度的升高而升高,在 SO₂ 用量在 40~80 mg·L⁻¹时随着用量浓度的增加而增加,在酵母菌添加量为 5%~10%时随着添加量的增加而增加,在 pH 为 2.0~3.5 时随着 pH 的增加而增加。

正交试验表明:影响沙棘果酒质量的主次因素依次为 B(SO₂添加量)>A(发酵温度)>D(初始 pH)>C(酵母接种量);正交试验对沙棘果酒酿造工艺进行优化,结果表明沙棘果酒发酵最佳工艺条件为发酵温度 28 ℃,SO₂用量 80 mg·L⁻¹,酵母菌接种量 10%,初始 pH 为 3.4,其酒精度可达到 11.3%,同时果酒的感官评分预测值也达到了 92 分。

参考文献:

[1] 李忌,王肖萱,郑荣梁.沙棘提取物对癌细胞 DNA、蛋白质合成及体内血浆中的 cAMP 含量的影响[J].沙棘,2008,21(1):8-10.

[2] 张海容.沙棘果皮多糖清除氧自由基的活性研究[J].植物学通报,2005,22(6):703-707.

[3] 范兆军,牛广财,朱丹,等.响应面法优化沙棘果酒发酵条件的研究[J].食品与机械,2009,25(1):58-62.

[4] 赵宏军.沙棘果酒的研制[D].呼和浩特:内蒙古农业大学,2010.

[5] 廉永善,陈学林.沙棘属植物天然产物化学组分的时空分布[J].西北师范大学学报(自然科学版),2000,36(1):

113-128.

[6] 蔡文超,单春会,李文新,等.响应面法优化沙棘酒的发酵工艺[J].中国酿造,2018(1):133-138.

[7] 杨玉霞,康超,段振华,等.响应面法优化百香果酒发酵工艺研究[J].食品工业科技,2018(8):167-172.

[8] 彭方杰,朱丹,牛广财,等.响应面法优化大枣果酒发酵条件工艺技术[J].食品工业,2018(5):103-106.

[9] 叶学林,程水明,温露文,等.响应面法优化桑葚果酒发酵工艺[J].中国酿造,2017(12):105-109.

[10] 李华.现代葡萄酒工艺学[M].西安:陕西人民出版社,2000.

[11] Carreté R,Vidal M T,Bordons A,et al. Inhibitory effect of sulfur dioxide and other stress compounds in wine on the ATPase activity of *Oenococcus oeni*[J]. Fems Microbiology Letters,2002,211(2):155-159.

[12] 詹耀才,钟细娥,靳桂敏.岗稔果酒发酵工艺的研究[J].现代食品科技,2008,11(24):39-41.

[13] 麻成金,李加兴,付伟昌,等.枇杷果酒酿造工艺研究[J].食品与机械,2006,22(3):54-56.

[14] GB/T15038-2006,葡萄酒、果酒通用分析方法[S].北京:中国标准出版社,2007.

[15] GB 5009.34-2016,食品中二氧化硫的测定[S].北京:中国标准出版社,2016.

[16] 罗秦,孙强,叶欣,等.红心猕猴桃果酒酿造工艺探究[J].食品工业,2014,35(5):144-147.

[17] 黄琼,熊世英,吴伯文.桑葚果酒酿造工艺的研究[J].食品工业,2016,37(8):113-116.

[18] 孙德坤.蓝莓果酒发酵工艺的研究[D].合肥:安徽农业大学,2013.

[19] 刘彬.葡萄酒的感官分析[J].酿酒科技,2005(8):89-91.

[20] 郭其昌,郭松泉,张春娅,等.葡萄酒品尝[M].北京:中国轻工业出版社,2002.

Optimization of Fermentation Technology of
Hippophae rhamnoides Fruit Wine

SU Yun-shan

(Horticultural Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150069, China)

Abstract: In order to further improve the brewing technology of *Hippophae rhamnoides* fruit wine, the effects of SO₂ addition, fermentation temperature, initial pH and yeast inoculation on the fermentation of *Hippophae rhamnoides* fruit wine were studied in this paper. On the basis of single factor, orthogonal experiment was carried out to optimize the fermentation process of *Hippophae rhamnoides* fruit wine, and the best fermentation process conditions were selected. The results showed that the fermentation temperature was 28 ℃, the amount of SO₂ was 80 mg·L⁻¹, the amount of yeast inoculation was 10%, the initial pH was 3.4, after 45 days of fermentation, the alcohol accuracy could reach 11.3% Vol, at this time, the sensory score of fruit wine reached 92, which was consistent with the predicted value. The deep yellow liquor of *Hippophae rhamnoides* fruit wine was obtained, which was clear and transparent with strong aroma of *Hippophae rhamnoides* fruit and wine.

Keywords: *Hippophae rhamnoides* fruit wine; fermentation conditions; orthogonal method; optimization