

影响荔枝酒发酵过程中挥发酸的因素

刘 兰*, 吴杰斌

(广东石油化工学院, 茂名 525000)

摘 要: **目的** 探究影响荔枝酒发酵过程中挥发酸的因素。**方法** 依次通过单因素试验和三因素三水平的正交试验方法对荔枝酒发酵过程中挥发酸含量的关键影响因素进行分析探讨。**结果** 荔枝酒酿造过程中影响挥发酸含量的关键因素为发酵温度。影响顺序依次为发酵温度、pH 值、发酵时间。最适发酵时间为 11 d 以内, 最适 pH 值为 3~5。**结论** 本研究结果能较好地控制荔枝酒发酵过程中挥发酸的范围。
关键词: 荔枝酒; 挥发酸; 影响因素; 正交试验

Factors affecting volatile acid in litchi wine fermentation

LIU Lan*, WU Jie-Bin

(Guangdong University of Petrochemical Technology, Maoming 525000, China)

ABSTRACT: Objective To explore the factors affecting volatile acid in the fermentation of litchi wine. **Methods** The key influencing factors of volatile acid content in litchi wine fermentation were analyzed and discussed by single factor experiment and three factors and three levels orthogonal experiment. **Results** Fermentation temperature was the key factor affecting volatile acid content in litchi wine brewing. The order of influence was fermentation temperature, pH value and fermentation time. The optimal fermentation time was less than 11 d, and the optimal pH value was 3-5. **Conclusion** The results of this study can better control the range of volatile acid in the fermentation of litchi wine.

KEY WORDS: litchi wine; volatile acid; influencing factors; orthogonal test

0 引 言

荔枝为中国岭南地区特有的水果。由荔枝果肉酿造的荔枝酒, 口感优良、且营养价值非常高。荔枝酒蒸馏时, 能进入蒸馏液中的酸为挥发酸。挥发酸的主成分是醋酸, 是酒精不完全发酵的终端产物。挥发酸的含量会明显影响荔枝酒的口味和质量。若挥发酸过高会使荔枝酒具有明显的腐败味, 荔枝酒口味变劣^[1-5]。广东省荔枝酒地方标准 QB/T 4262—2011《荔枝酒》规定, 荔枝酒挥发酸的含量以乙酸计, 不超过 1.1 g/L。

目前国内外, 对荔枝酒酿造过程中挥发酸的控制研究主要包括 2 个方面:

一方面是控制酿造过程中各种影响挥发酸的加工条件, 使其在合理的范围内。郝文娟^[6]研究发现合理的前处理和适宜的发酵条件能有效控制挥发酸含量。李胜元等^[7]研究了荔枝酒发酵过程中温度、pH 值对减少挥发酸的影响。曾凡等^[8]研究了发酵过程中工艺参数对荔枝酒理化指标影响。另一方面主要集中于通过各种化学或物理手段降低挥发酸的含量。例如, 王进等^[9]研究发现采用高分子有机材料进行降挥发酸可达到较好的效果。BABINCEV 等^[10]

基金项目: 茂名市科技计划项目(21105125)

Fund: Supported by the Maoming Science and Technology Plan Project (21105125)

*通信作者: 刘兰, 博士研究生, 高级工程师, 主要研究方向为生物化工及化学工程与工艺。E-mail: 383733546@qq.com

*Corresponding author: LIU Lan, Ph.D, Senior Engineer, Guangdong University of Petrochemical Technology, No.139, Guandu 2 Road, Maonan District, Maoming 525000, China. E-mail: 383733546@qq.com

探究使用化学试剂(碳酸氢钠、碳酸钙、氧化钙、氢氧化钙)和生物材料(玉米粉)对氧化葡萄酒的影响和效果,发现可以减少挥发性酸的含量。

荔枝酒挥发酸含量高是许多因素综合作用的结果,通过分析总结相关文献,发现发酵温度、时间、pH 值对荔枝酒挥发酸含量影响较大,同时,这 3 个因素在荔枝酒酿造过程中属于可以定量控制的工艺参数,因此本研究通过试验分析发酵温度、时间、pH 值对荔枝汁发酵过程中挥发酸的影响,以期荔枝酒生产提供一定的实践指导。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

荔枝, 市购, 清洗后去皮去核。
GD-1#冷冻浓缩机(自制); TDL80-2C 离心机(上海雷磁仪器公司); PHS-2E 型数显酸度计(上海雷磁仪器公司); HH-2 恒温水浴锅(力辰科技公司)。

1.2 试验方法

1.2.1 分析方法

总酸含量的测定参照尹艳等^[11]的研究方法; 电位滴定法参照曾英杰等^[12]的研究方法; 挥发酸含量的测定参照曾英杰^[13]的研究方法: GB/T 15038—2006《葡萄酒、果酒通用分析方法》蒸馏酸碱中和滴定法; pH 值的测定采用酸度计直接测定。

1.2.2 工艺流程

原料挑选—清洗、压榨取汁—调配—发酵—澄清。

1.2.3 正交试验设计

本研究采用三因素三水平的正交试验, 因素水平设计见表 1。

表 1 正交试验因素水平设计
Table 1 Factors and levels design of orthogonal test

因素	水平		
发酵温度/℃	10	16	22
pH 值	3	5	6
发酵时间/d	3	7	13

2 结果与分析

2.1 影响挥发酸含量的正交试验研究

按表 1 因素水平设计正交试验, 测定挥发酸含量并计算数据见表 2。

根据极差 R 的大小可以看出, 荔枝酒酿造过程中影响挥发酸含量的关键因素是 pH 值, 其次为发酵温度、发酵时间, 较合适的控制挥发酸含量的试验组合为: 发酵温度为 10℃, pH 值为 6, 发酵时间为 13 d, 该试验条件下挥发酸的含量为

0.71 g/L。但实际生产中, 还需同时考虑荔枝酒的其他质量指标, 因此需要通过单因素的试验方法探讨荔枝酒发酵过程中发酵温度、发酵时间、pH 值 3 个工艺参数各自对挥发酸的影响趋势, 以期荔枝酒生产提供一定的参数指导。

表 2 正交试验结果
Table 2 Results of orthogonal test

	发酵温度/℃	pH 值	发酵时间/d	挥发酸含量/(g/L)
1	10	3	3	1.07
2	10	5	7	0.87
3	10	6	13	0.71
4	16	3	7	1.09
5	16	5	13	0.97
6	16	6	3	0.75
7	22	3	13	1.31
8	22	5	3	1.02
9	22	6	7	0.91
K_1	2.65	3.47	2.84	
K_2	2.81	2.86	2.87	
K_3	3.24	2.37	2.99	
k_1	0.88	1.16	0.95	
k_2	0.94	0.95	0.96	
k_3	1.08	0.79	1.00	
极差 R	0.20	0.37	0.05	

注: K_i (K_1 , K_2 , K_3)表示任意列上水平号为 i ($i=1$ 、 $i=2$ 、 $i=3$)时所对应的试验结果之和。

2.2 影响挥发酸含量的单因素试验研究

2.2.1 发酵温度的影响

温度选择不当会影响酵母菌活性, 出现发酵缓慢、迟滞及产生不良代谢副产物, 引起挥发酸含量增大的现象^[14-16]。高质量的果酒酿造通常采用低温发酵, 可以防止或者抑制细菌的污染, 而且酿造出的酒口感更佳^[17-18]。在荔枝酒发酵过程中, 发酵生产的荔枝酒挥发酸与发酵温度关系见图 1。

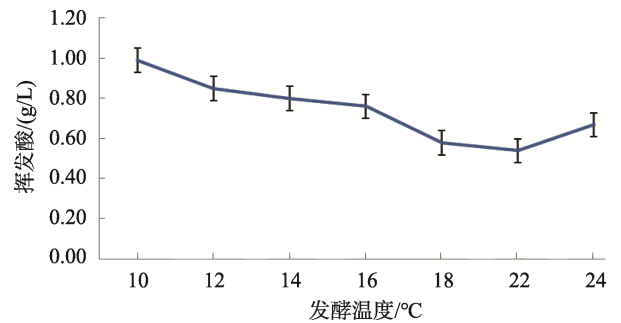


图 1 挥发酸与发酵温度的关系图($n=3$)

Fig.1 Relationship between volatile acid and fermentation temperature ($n=3$)

由图 1 可知,随着发酵温度的升高,挥发酸的含量逐渐降低。当发酵温度从 10 °C 升高到 24 °C 时,挥发酸含量降低了将近 0.4 g/L。可能原因为虽然发酵环境使发酵速度较快,产生较多的挥发酸,但同时温度高也容易使产生的挥发酸逸出。从图 1 中可以看出,发酵温度从 10 °C 升高到 18 °C 的过程中,挥发酸的降低速率较 18 °C 以上更快,说明发酵温度在 18 °C 以下时,温度对挥发酸含量影响更显著。因此,荔枝酒发酵过程中,如果需要通过发酵温度来调节挥发酸的产量时,可以在 18 °C 以下调节。

2.2.2 发酵时间的影响

发酵时间通常和发酵温度有机结合,共同控制发酵过程中挥发酸的含量。一般而言,发酵温度较高时,适宜采取较短的发酵时间,以避免过度发酵带来的挥发酸含量超标;而对于近年来兴起的低温或超低温发酵则可以适宜延长发酵时间,以取得较好的酒品质量。发酵温度为 18 °C 时,发酵时间对挥发酸含量影响的关系见图 2。

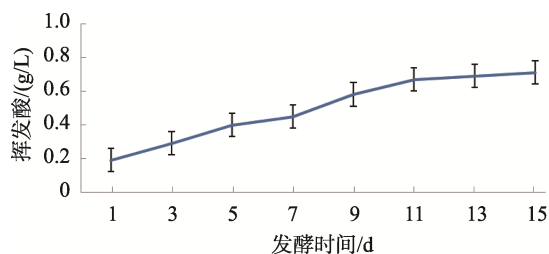


图 2 挥发酸与发酵时间的关系图(n=3)

Fig.2 Relationship between volatile acid and fermentation time (n=3)

从图 2 可以看出,随着发酵时间的延长,挥发酸的含量逐渐上升,最后趋于平稳。发酵时间从 1 d 增加到 15 d 时,挥发酸含量从 0.19 g/L 增加到 0.71 g/L,发酵时间挥发酸的影响较明显,这可能因为随着发酵时间的延长,原料中越来越多的部分参与发酵过程,导致挥发酸的含量快速增加。从图 2 可以看出,发酵时间超出 11 d 后,挥发酸的含量随发酵时间的变化趋势逐渐趋于平缓,这可能因为在足够长的发酵时间后,原料中可以发酵的部分已基本发酵完成,挥发酸不再大量产生,总量趋于稳定。因此 18 °C 适宜的发酵时间应该在 11 d 以下。

2.2.3 pH 值的影响

pH 值是影响荔枝酒发酵的重要因素,果酒发酵时,合适的 pH 值控制范围,既不影响酿酒酵母发酵,又能抑制细菌生长^[19-20],保证发酵正常进行。在实际酿造过程中,采用控制起始总酸的量以维持发酵液体中的 pH 值。荔枝酒发酵过程中挥发酸含量与酵母液中 pH 值关系见图 3。

从图 3 可以看出,随着 pH 值的减小,挥发酸的含量逐渐减小。其中,当 pH 值从 3 增加到 5 的过程中,挥发酸随 pH 值的变化非常显著;当 pH 值继续增大时,挥发酸含

量随 pH 值的改变逐渐趋于缓慢。因此合适的 pH 值范围应该为 3 到 5 之间。

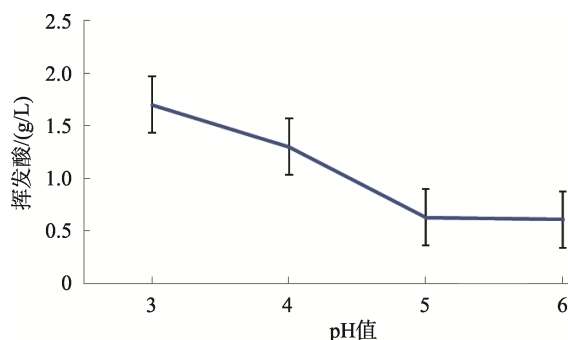


图 3 荔枝酒发酵过程中挥发酸随 pH 值的变化关系图(n=3)

Fig.3 Relationship between volatile acid and initial acidity during litchi wine fermentation (n=3)

3 结论与讨论

荔枝酒酿造过程中挥发酸的控制是荔枝酒生产过程中的重要技术瓶颈。本研究分别通过正交试验和单因素试验,研究了发酵温度、发酵时间、pH 值对荔枝汁发酵过程中挥发酸的影响,研究表明:荔枝酒酿造过程中影响挥发酸含量的关键因素为发酵温度,影响顺序依次为发酵温度、其次为 pH 值、发酵时间。试验发现荔枝酒酿造过程中发酵温度在 18 °C 以下时,温度对挥发酸含量影响更显著。合适的发酵时间为 11 d 以内。最适 pH 值为 3~5。

参考文献

- [1] 马胤鹏, 张晓丹, 秦丹, 等. 我国荔枝类果酒的研究现状[J]. 农产品加工, 2017, (7): 65-68.
MA YP, ZHANG XD, QIN D, et al. Research status of lychee wine in China [J]. Farm Prod Process, 2017, (7): 65-68.
- [2] 黄进. 荔枝酒的制作工艺[J]. 酿酒, 2019, 46(3): 109-112.
CHUN W. Processing technology of litchi wine [J]. Liquor Mak, 2019, 46(3): 109-112.
- [3] 唐忠盛. 荔枝酒加工过程中香气成分变化规律及特征香气研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2019.
TANG ZS. Changes of aroma components and characteristic aroma during litchi wine processing [D]. Guangzhou: South China University of Technology, 2019.
- [4] TANG ZS, ZENG XA, MARGARET A, et al. Characterization of aroma profile and characteristic aromas during lychee wine fermentation [J]. J Food Process Preserv, 2019, 43(8): 1-14.
- [5] DEED RC, FEDRIZZI B, GARDNER RC. Influence of fermentation temperature, yeast strain, and grape juice on the aroma chemistry and sensory profile of sauvignon blanc wines [J]. J Agric Food Chem, 2017, 65: 8902-8912.
- [6] 郝文娟. 荔枝酒挥发酸的控制研究[D]. 海口: 海南大学, 2012.
HAO WJ. Study on the control of volatile acid in litchi wine [D]. Haikou: Hainan University, 2012.

- [7] 李胜元, 谷向春, 肖冬光. 荔枝酒发酵过程中挥发酸含量的控制[J]. 酿酒科技, 2007, (2): 65–66.
LI SY, GU XC, XIAO DG. Control of volatile acid content during litchi wine fermentation [J]. Brew Technol, 2007, (2): 65–66.
- [8] 曾凡. 一种荔枝酒的制备方法: 中国, CN108220091A [P]. 2018.
ZENG F. A preparation method of litchi wine: China: CN108220091A [P]. 2018.
- [9] 王进, 赵德阳, 陈勇. 降低荔枝酒挥发酸的方法[J]. 酿酒科技, 2007, (7): 34–36.
WANG J, ZHAO DY, CHEN Y. Methods of reducing volatile acid in litchi wine [J]. Liquor-Mak Sci Technol, 2007, (7): 34–36.
- [10] BABINCEV LM, JOVIĆ S. Determination of the amount of volatile acids in oxidized wines and neutralization of these by using chemical reagents and biological materials [J]. Biomass Convers Bior, 2021: 1–9. DOI: 10.1007/s13399-021-01339-7
- [11] 尹艳, 岳强, 叶青, 等. 荔枝酒的降酸处理研究[J]. 酿酒, 2013, 40(1): 55–56.
YIN Y, YUE Q, YE Q, *et al.* Study on acid-reducing treatment of litchi wine [J]. Liquor Mak, 2013, 40(1): 55–56.
- [12] 曾英杰, 钟秋平, 李从发, 等. 荔枝酒挥发酸控制技术研究进展[J]. 中国酿造, 2013, 32(5): 1–4.
ZENG YJ, ZHONG QP, LI CF, *et al.* Research progress in controlling the volatile acid of litchi fruit wine [J]. China Brew, 2013, 32(5): 1–4.
- [13] 曾英杰. 荔枝酒发酵过程中酿酒酵母 Ydc101 代谢醋酸的调控研究[D]. 海口: 海南大学, 2015.
ZENG YJ. Regulation metabolism of the *Saccharomyces cerevisiae* Ydc101 during litchi wine fermentation [D]. Haikou: Hainan University, 2015.
- [14] 尹爱国, 曾霞, 程水明, 等. 白桑椹柠檬果酒发酵工艺研究[J]. 食品研究与开发, 2020, 41(8): 153–159.
YIN AG, ZENG X, CHENG SM, *et al.* Optimization of brewing technology for white mulberry-lemon wine [J]. Food Res Dev, 2020, 41(8): 153–159.
- [15] 刘欣, 梁杰宏, 梁思宇. 一种半甜型巨峰葡萄布朗李复合果酒酿制工艺的研
- 究[J]. 酿酒科技, 2020, (10): 87–90.
LIU X, LIANG JH, LIANG SY. Production technology of semi-sweet kyoho grape-black plum wine [J]. Liquor-Mak Sci Technol, 2020, (10): 87–90.
- [16] 刘彩婷. 蓝莓酒加工工艺研究[D]. 贵阳: 贵州大学, 2020.
LIU CT. Study on the processing technology of blueberry wine [D]. Guiyang: Guizhou University, 2020.
- [17] 朱云婷, 米生喜, 蔡勇建, 等. 三种不同生产工艺的荔枝酒品质对比[J]. 现代食品科技, 2018, 34(11): 185–193.
ZHU YT, MI SX, CAI YJ, *et al.* Quality comparison of litchi wine with three different production processes [J]. Mod Food Sci Technol, 2018, 34(11): 185–193.
- [18] 蔡洁玲. 试析荔枝酒发酵工艺的初步优化策略[J]. 企业导报, 2015, (15): 83–85.
CAI JL. Preliminary optimization strategy of litchi wine fermentation technology [J]. Enterprise Her, 2015, (15): 83–85.
- [19] 朱胜男. 水蜜桃果酒的工艺研究[D]. 淮阴: 淮阴工学院, 2020.
ZHU SN. Study on the technology of peach wine [D]. Huaiyin: Huaiyin Institute of Technology, 2020.
- [20] 赵驰, 朱永清, 董玲, 等. 李子果酒主发酵过程中理化指标及挥发性成分变化分析[J]. 中国酿造, 2019, 38(9): 65–68.
ZHAO C, ZHU YQ, DONG L, *et al.* Analysis of physicochemical indicators and volatile components changes during main fermentation process of plum fruit wine [J]. China Brew, 2019, 38(9): 65–68.

(责任编辑: 王 欣)

作者简介



刘 兰, 博士研究生, 高级工程师, 主要研究方向为生物化工及化学工程与工艺。
E-mail: 383733546@qq.com