

番茄酒发酵工艺研究

刘殿锋^{1,2}, 朱学文², 张志轩², 赵杨玲², 吴春昊², 陶令霞², 郭培军²

(1.南京师范大学生命科学学院, 江苏 南京 210046; 2.濮阳职业技术学院生物工程与农业经济系, 河南 濮阳 457000)

摘要: 为开发出高品质的番茄酒, 以番茄汁、葡萄酒酵母、蔗糖为原料, 通过单因素试验和正交试验, 探索番茄酒的生产工艺。结果表明, 当以产品的酒精度为衡量指标时, 最佳发酵工艺条件为: 主发酵温度 24℃, 干酵母接种量 0.2g/L, 番茄汁糖度 28%; 当以产品的感官品质为衡量指标时, 最佳发酵工艺条件为: 主发酵温度 22℃, 干酵母接种量 0.4g/L, 番茄汁糖度 24%。成品酒不但营养丰富、风味优雅, 而且还具有保健作用。
关键词: 番茄酒; 发酵工艺; 正交试验

Fermentation Production of Tomato Wine

LIU Dian-feng^{1,2}, ZHU Xue-wen², ZHANG Zhi-xuan², ZHAO Yang-ling²,
WU Chun-hao², TAO Ling-xia², GUO Pei-jun²

(1. College of Life Science, Nanjing Normal University, Nanjing 210046, China;

2. Department of Bioengineering and Agronomics, Puyang Vocational and Technical Institute, Puyang 457000, China)

Abstract: Tomato juice, wine yeast (Angel brand) and sucrose were taken the main materials to develop a wine. The fermentation technology was optimized by orthogonal test design based on single factor test. Under the optimized conditions of main fermentation temperature of 24℃, inoculation quantity of wine yeast of 0.2 g/L, and initial sugar content of 28%, the highest alcohol degree was achieved. When the above parameters were 22℃, 0.4 g/L and 24%, respectively, the sensory evaluation score of wine product obtained was the highest. The wine product had not only high nutritive value and elegant flavor, but also health function.

Key words: tomato wine; fermentation technology; orthogonal test

中图分类号: TS261.4

文献标识码: B

文章编号: 1002-6630(2009)12-0293-04

番茄, 俗称西红柿, 属茄科, 为一年生蔬菜, 我国各地均普遍栽培。番茄含有丰富的营养, 被称为神奇的菜中之果。番茄中丰富的维生素、矿物质及其他营养成分, 对防治动脉硬化、高血压和冠心病具有良好的作用。另外, 番茄中番茄红素的含量还居各种果蔬之首^[1-2]。番茄中的番茄红素具有独特的抗氧化能力, 能清除自由基, 具有抗衰老以及阻止癌变进程的作用^[3-5]。

但番茄含水量高、易腐烂、不易贮藏和长途运输, 采后损失严重。另外, 由于生产季节的差异造成四季市场供应非常不均衡。因此, 以番茄为原料酿造出的果酒不但具有良好的保健作用, 而且还是解决上述矛盾和满足市场需求的重要途径。

本实验针对番茄酒生产的关键技术环节进行研究探讨, 通过优化生产工艺, 以期得到色、香、味俱佳的保健果酒, 以期对番茄深加工提供一定的参考。

1 材料与方法

1.1 材料

番茄、白糖 市售; 葡萄酒干酵母 湖北安琪酵母股份有限公司。

1.2 仪器与设备

恒温培养箱、榨汁机、超净工作台、高压灭菌锅、电热恒温鼓风干燥箱、手持糖度计、酒精计、温度计、电子天平、普通天平。

1.3 方法

1.3.1 番茄酒发酵工艺流程

番茄→清洗→浸泡消毒→处理→打浆→过滤→澄清→调配→灭菌→加葡萄酒干酵母→前发酵→后发酵→陈酿→过滤→澄清→灌装→灭菌→成品

1.3.2 操作要点

收稿日期: 2008-10-09

基金项目: 濮阳市科技攻关重点项目(080504)

作者简介: 刘殿锋(1975-), 男, 讲师, 博士研究生, 研究方向为食品生物技术、分子生物学。E-mail: hn_ldf@126.com

1.3.2.1 原料的选择

选择果肉鲜红、无霉烂的新鲜果实,以确保成品的风味和色泽。

1.3.2.2 番茄汁的制取、调配

用清水洗去番茄表面吸附的微生物和灰尘,清洗干净后切成小块,用榨汁机压榨取汁。用网筛或布袋过滤,除去果汁中的碎番茄肉、番茄皮和粗纤维等物质。用蔗糖调节糖度,将番茄汁在 135℃、8~10s 的条件下高温瞬时灭菌,然后冷却至常温备用。

1.3.2.3 加果酒酵母

实验采用安琪葡萄酒干酵母,先将葡萄酒酵母倒入 10 倍体积的 1% 蔗糖水中,振荡均匀后在 35℃ 水浴条件下静置 30min,使之充分活化,然后加入调配好的果汁中发酵。

1.3.2.4 前发酵

将加酵母菌后的果汁放入 18~26℃ 的生化培养箱中发酵。当发酵约 7d、测得发酵醪的糖含量仅为 2%~3% 时,前发酵结束。发酵时可加入亚硫酸氢钠,以防杂菌感染,加入量为 0.01%(m/V)。

1.3.2.5 后发酵

主发酵结束后,在无菌条件下将原酒过滤到经灭菌的密闭容器中,保持 28℃ 发酵 15d。

1.3.2.6 陈酿

发酵完毕后,将恒温培养箱调至 15℃ 陈酿 1 个月。

1.3.2.7 过滤、澄清

将陈酿的酒液除去酒脚,并加入明胶和单宁,静置一段时间,然后过滤,使酒液澄清,得到金黄色的澄清果酒。

1.3.2.8 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 30min,冷却后在低温条件下贮存。

1.4 试验设计

1.4.1 单因素试验

1.4.1.1 温度的确定

在番茄汁糖度为 24%、干酵母接种量为 0.2g/L、温度分别为 18、20、22、24、26℃ 的条件下进行主发酵,测定不同温度下发酵的番茄酒的酒精度、酸度、残糖、可溶性固形物等指标。

1.4.1.2 酵母接种量的确定

在番茄汁糖度为 24%、温度为 22℃、干酵母的接种量分别为 0.1、0.2、0.3、0.4、0.5g/L 的条件下进行

主发酵,测定不同接种量下发酵的番茄酒的酒精度、酸度、残糖、可溶性固形物等指标。

1.4.1.3 番茄汁糖度的确定

在温度为 22℃、干酵母接种量为 0.2g/L、番茄汁糖度分别为 20%、22%、24%、26%、28% 的条件下进行主发酵,测定不同番茄汁糖度下发酵的番茄酒的酒精度、酸度、残糖、可溶性固形物等指标。

1.4.2 发酵工艺的确定(正交试验)

根据前面单因素试验的结果确定正交试验各个因素三个较佳的水平。以酒精度和成品感官指标评分为试验指标,进行 $L_9(3^3)$ 正交试验。

1.5 品质鉴定

1.5.1 感官评定

感官评定采用百分制计分,其中色泽 10 分、酒香 35 分、滋味 35 分、澄清度 20 分。按表 1 中的标准由 10 名专业技术人员对产品进行感官评定。

表 1 感官评分标准

Table 1 Sensory evaluation standards of tomato wine product

项目	标准	感官评价(分)
色泽	金黄色	10
澄清度	清澈透明、晶莹、有光泽、光亮、无浑浊现象	20
酒香	香气浓郁、番茄味清新、优美、有番茄的特殊芳香	35
滋味	圆润、纯正、丰满、绕有余味、酸味柔和、爽口	35

1.5.2 酒精度的测定

采用密度计测定^[6]。

1.5.3 酸度的测定

采用酸碱滴定法。吸取样品 10ml 于 100ml 容量瓶中定容后,取 20ml 置于 150ml 锥形瓶内加入 2~3 滴酚酞指示剂,用标定的 NaOH 标准溶液(0.01mol/L)滴定至微红色,其总酸度为:

$$X(\text{g/L}) = \frac{C \times V_1 \times K \times F}{V_0} \times 1000$$

式中: X 为每升样品中酸的克数; C 为 NaOH 标准液的摩尔浓度, mol/L; V_1 为消耗 NaOH 标准液体积, ml; K 为换算为适当酸的系数,柠檬酸取值 0.070; F 为样品的稀释倍数; V_0 为滴定时样品的取样体积, ml。

1.5.4 残留还原糖

采用斐林氏法测定^[6]。

1.5.5 可溶性固形物含量

采用手持糖度计测定^[7]。

1.5.6 甲醇含量

采用品红亚硫酸光度法测定^[6]。

2 结果与分析

2.1 单因素试验

2.1.1 温度的确定

表2 温度对番茄酒发酵的影响

Table 2 Effects of temperature on tomato wine fermentation

番茄酒中各种成分含量	温度(℃)				
	18	20	22	24	26
酒精度(%，V/V)	13.0	13.7	14.4	14.2	14.4
酸度(以柠檬酸计，g/L)	4.1	4.3	4.4	4.7	4.4
残留还原糖(g/L)	2.1	0.9	2.6	2.7	1.1
可溶性固形物含量(%)	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0

从表2中可以看出，温度对番茄酒的酒精度有一定的影响，在18℃和20℃的温度下进行主发酵，酒精度较低；在22、24、26℃的温度下发酵，酒精度较高。原因可能是18℃和20℃的温度过低，酵母发酵速度太慢，少量的糖被残存醪液中的杂菌所利用，以致成品酒的酒精量减少，而22、24、26℃是酵母菌的适宜温度，酵母发酵速度快，不但可供杂菌生长的还原糖迅速减少，而且较快上升的酒精度对杂菌有抑制作用，因此成品酒的酒精度较高。根据上述结果，较佳的三个温度水平为22、24、26℃。

2.1.2 酵母接种量的确定

酵母接种量对番茄酒的发酵具有较大的影响，在不同的接种量条件下，酵母将还原糖转化为酒精的量是不同的。接种量少，酵母的生物量不够，原料转化为酒精速度慢，易污染杂菌；接种量过大，酵母自身生长繁殖会消耗番茄汁中大量的糖分，乙醇产量反而降低^[8]。从表3中可以看出，干酵母接种量在0.1、0.5g/L时番茄酒的酒精度相对较低，而在0.2、0.3、0.4g/L时酒精度相对较高，其中在0.2g/L时最高。根据上述结果，较佳的三个干酵母接种量水平为0.2、0.3、0.4g/L。

表3 酵母接种量对番茄酒发酵的影响

Table 3 Effects of inoculation quantity of wine yeast on tomato wine fermentation

番茄酒中各种成分含量	干酵母接种量(g/L)				
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
酒精度(%，V/V)	13.0	15.0	13.4	13.3	12.7
酸度(柠檬酸，g/L)	4.4	3.7	4.1	4.0	3.5
残留还原糖(%)	2.3	1.3	3.4	4.2	1.1
可溶性固形物含量(%)	6.5	5.0	6.0	6.0	4.5

2.1.3 番茄汁糖度的确定

从表4可以看出，糖度对番茄酒的酒精度具有较大的影响，番茄汁糖度在20%和22%时，酒精度较低；番茄汁糖度在24%、26%和28%时，酒精度较高。虽然随着糖度的增加酒精度明显上升，但残糖也略有增加，使还原糖的利用率稍有下降。根据以上结果，正交试验选取的三个番茄汁糖度水平为24%、26%和28%。

表4 糖度对番茄酒发酵的影响

Table 4 Effects of initial sugar content on tomato wine fermentation

番茄酒中各种成分含量	番茄汁糖度(%)				
	20	22	24	26	28
酒精度(%，V/V)	11.2	13.3	15.4	15.6	16.8
酸度(柠檬酸，g/L)	3.5	3.5	3.8	3.9	4.0
残留还原糖(g/L)	1.0	1.2	1.9	2.8	3.2
可溶性固形物含量(%)	5.0	5.5	6.0	6.5	7.5

2.2 正交试验结果

以主发酵温度、干酵母接种量和番茄汁糖度为因素，进行三因素三水平的 $L_9(3^4)$ 正交试验。根据单因素试验的结果所选择每个因素的三个水平如表5所示，正交试验结果如表6所示。

表5 发酵条件优化试验方案

Table 5 Factors and levels of orthogonal test for optimizing fermentation conditions of tomato wine with alcohol degree and sensory evaluation score as the indicators

水平	因素		
	A 温度(℃)	B 干酵母接种量(g/L)	C 番茄汁糖度(%)
1	22	0.2	24
2	24	0.3	26
3	26	0.4	28

表6 发酵条件优化正交试验结果

Table 6 Results of orthogonal test and range analyses

试验号	A 温度(℃)	B 干酵母接种量(g/L)	C 番茄汁糖度(%)	酒精度(%)	感官评价(分)
1	1	1	1	12.6	83.6
2	1	2	2	13.7	82.6
3	1	3	3	15.2	84.5
4	2	1	2	14	79.4
5	2	2	3	16	82.0
6	2	3	1	12.9	82.4
7	3	1	3	16.1	81.7
8	3	2	1	12.1	82.8
9	3	3	2	14	81.5
酒精度	k ₁	13.833	14.233	12.533	
	k ₂	14.300	13.933	13.900	
	k ₃	14.067	14.033	15.767	
	R _j	0.467	0.300	3.234	
感官得分	k ₁	83.567	81.567	82.933	
	k ₂	81.267	82.467	81.167	
	k ₃	82.000	82.800	82.733	
	R _j	2.300	1.233	1.766	

表7 酒精度正交试验结果方差分析
Table 7 Analysis of variance for alcohol degree

来源	平方和	自由度	均方和	F 值	显著性
A	0.327	2	0.163	0.803	0.555
B	0.140	2	0.070	0.344	0.744
C	15.807	2	7.903	38.869	0.025
误差	0.407	2	0.203		

表8 番茄酒感官指标正交试验结果方差分析
Table 8 Analysis of variance for sensory evaluation score

来源	平方和	自由度	均方和	F 值	显著性
A	8.282	2	4.141	232.938	0.004
B	2.442	2	1.221	68.688	0.014
C	5.616	2	2.808	157.938	0.006
误差	0.036	2	0.018		

根据表6的极差分析结果可知,发酵工艺条件中影响产品酒精度的主次因素排序为C>A>B,即番茄汁糖度>主发酵温度>干酵母接种量,与表7方差分析结果一致。表7更深入分析出三个因素对结果影响的程度,C影响显著,A、B影响不显著,说明番茄汁糖度是影响产品酒精度的主要因素,而主发酵温度和干酵母接种量则不是影响产品酒精度的主要因素。表6结果表明,以酒精度为指标发酵条件的最佳组合为A₂B₁C₃,即主发酵温度为24℃,干酵母接种量为0.2g/L,番茄汁糖度为28%。由于正交试验中没有此发酵条件组合,对此发酵条件进行实验验证,结果产品酒精度为16.1%,感官得分为82。

从表6的极差分析结果可以看到,发酵工艺条件中影响产品感官品质的主次因素排序为A>C>B,即主发酵温度>番茄汁糖度>干酵母接种量,与表8的方差分析结果一致。表8方差分析结果表明A、C对产品感官品质的影响均极显著,B对产品感官品质的影响显著,说明主发酵温度、番茄汁糖度和干酵母接种量都是影响感官品质的主要因素。表6结果表明,以感官评价为指标发酵条件的最佳组合为A₁B₃C₁,即主发酵温度

为22℃、干酵母接种量为0.4g/L、番茄汁糖度为24%。由于正交试验中没有此发酵条件组合,对此发酵条件进行实验验证,结果产品酒精度为12%,感官得分为85。

2.3 产品指标

感官指标:外观:金黄色,清亮透明有光泽,无杂质及悬浮物;香气:具有番茄特有的清香;口感:番茄香、酒香协调,酸味柔和,酒体醇厚协调,无异杂味;风格:具有番茄酒的独特风格。

理化指标:酒精度(20℃, V/V) ≥ 12.0%; 总糖(以葡萄糖计) ≤ 4.5g/L; 总酸(以柠檬酸计) ≥ 3.5~5.0g/L; 甲醇 ≤ 0.2g/L; 固形物含量 ≥ 5%。

卫生指标:细菌总数 ≤ 50个/ml,大肠杆菌 ≤ 3个/ml,致病菌不得检出。

3 结 论

通过研究,获得了一种色、香、味、外观俱佳的番茄酒。从产品的酒精度考虑,发酵条件的最佳组合为:发酵温度24℃,干酵母接种量0.2g/L,番茄汁糖度28%。从产品感官品质考虑,发酵条件的最佳组合为:发酵温度22℃,干酵母接种量0.4g/L,番茄汁糖度24%。

参考文献:

- [1] 彭玲. 番茄果茶饮料的研制[J]. 食品科学, 2008, 29(8): 714-717.
- [2] 于基成, 姜艾玲, 范圣第. 风味番茄饮料加工工艺的研究[J]. 食品研究与开发, 2007, 28(10): 108-110.
- [3] RAO A V, AGARWAL S. Bioavailability and antioxidant properties of lycopene from tomato products[J]. Nutrition Cancer, 1998, 31: 199-203.
- [4] NGUYEN M L, SCHWARTZ S J. Lycopene: Chemical and biological properties[J]. Food Technology, 1999(2): 38-43.
- [5] 孙庆杰. 番茄红素的保健作用与开发[J]. 食品与发酵工业, 1997, 23(4): 72-75.
- [6] 王福荣. 酿酒分析与检测[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005.
- [7] 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, 24(1): 39-41.
- [8] 冯志彬, 程显好, 夏利江. 樱桃果酒发酵工艺研究[J]. 中国酿造, 2008(3): 90-92.