

# 胡萝卜酒发酵工艺的条件优化

李 兰

(河南科技学院生物工程系,河南 新乡 453003)

**摘 要:** 用正交试验的极差、方差分析方法对胡萝卜酒发酵工艺条件进行了优化。结果表明,采用葡萄酒活性干酵母,将菌种扩大11倍,于25℃发酵5d,可得到酒精度13%(v/v),果香浓郁、醇厚、清澈明亮、口味纯正的优质胡萝卜酒。

**关键词:** 发酵酒; 胡萝卜酒; 工艺条件; 葡萄酒活性干酵母

**中图分类号:** TS262.7; TS261.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-9286(2005)06-0104-03

## Optimization of the Fermentation Conditions of Carrot Wine

LI Lan

(Department of Bioengineering of He'nan Institute of Science and Technology, Xinxiang, He'nan 453003, China)

**Abstract:** The fermenting technology of Carrot wine were optimized through variance analysis and range analysis. The results indicated that quality Carrot wine with pure and mellow taste and dense flavor and clear liquor body could be produced by the following techniques: application of grape wine yeast; bacterial species enlarged 11 times of original amounts; 5 d fermentation at the 25℃; and alcohol content as 13%(v/v). (Tran. by YUE Yang)

**Key words:** wine; carrot wine; fermentation conditions; WADY

胡萝卜原产欧洲及西域,属伞形科,两年生草本植物,以肉质根供食用和药用。由于其适应性广,易栽培和贮运,在我国各地均有栽培,资源十分丰富。胡萝卜有“小人参”之称,含有蛋白质、糖类、膳食纤维、胡萝卜素、多种维生素,以及钙、铁、锌、磷等矿物质,具有很高的营养价值。它含有丰富的胡萝卜素,能在人体内转化成维生素A,对夜盲症、干眼病、角膜炎、失明等眼疾有明显的治疗作用,还具有养颜和促进儿童生长发育,降低血脂、血压、血糖,补中健食,养胃益脾,增强机体抗病等功能。胡萝卜富含抗氧化维生素(β-胡萝卜素,维生素C),有一定的防癌作用,可以清除体内的氧自由基,抗御自由基引起的内源性损伤,减少突变细胞的发生,降低肿瘤的发生率。笔者利用酒精活性干酵母对胡萝卜汁进行发酵,酿造出果香浓郁、清澈明亮、营养丰富、口味纯正的优质胡萝卜酒,不但丰富了果酒市场,也为蔬菜的深加工提供了途径。

### 1 材料与方法

#### 1.1 材料

胡萝卜:新乡市菜市场。

收稿日期:2005-02-01; 修回日期:2005-03-23

作者简介:李兰(1972-),女,河南人,大学本科,实验师,研究方向:发酵食品。

**野生酵母:**本实验室从自然发酵的西瓜汁中分离培养的西瓜酒酵母。

**酒精活性干酵母、葡萄酒活性干酵母:**安琪酵母股份有限公司生产。

**白砂糖、果胶酶、纤维素酶:**均为市售食品级。

**麦芽汁固体培养基:**取新鲜的大麦芽粉,装入烧杯中并加入4倍于麦芽粉重量的60℃的水,55~60℃保温糖化3~4h,直到液体无淀粉反应为止。按500g麦芽粉的麦芽汁加入一个鸡蛋的蛋清,煮沸过滤,即得麦芽汁。麦芽汁加水稀释至10°P,加入1.5%~2%的琼脂即成固体培养基。用于平板分离和斜面菌种的培养。

**驯化培养基:**将胡萝卜澄清汁调糖度至25%,pH3.4作为液体驯化培养基。加入2%琼脂,制成固体驯化培养基。

**发酵培养基:**取胡萝卜酶解汁,加入使发酵后生成含15%(v/v)酒度的发酵液,加入50mg/L的SO<sub>2</sub>,调pH3.5。

#### 1.2 设备

榨汁机、发酵罐、储酒罐、糖度计、酒精蒸馏装置、离

心机。

### 1.3 分析测定方法

还原糖测定( $\text{g}/100\text{ mL}$ ):采用斐林试剂滴定法。

糖度测定:糖量计法测定。

酒精含量( $\% \text{ v/v}$ ):蒸馏比重法测定。

酸度测定:采用中和滴定法。

微生物指标:参见发酵酒卫生标准 GB2758-1987。

## 2 工艺流程及操作要点

### 2.1 工艺流程<sup>[1]</sup>

胡萝卜→清洗去皮→热烫→破碎→生物酶解→胡萝卜浆成分调整→主发酵→后发酵→下胶澄清→过滤杀菌→成品

↑

驯化酵母

### 2.2 操作要点

#### 2.2.1 清洗、去皮、切块

选择完整、无腐烂的优质胡萝卜,去叶及端部绿皮,用流水洗去泥土。由于胡萝卜皮有苦涩味,酿造胡萝卜酒必须去皮,否则会影响胡萝卜酒的口感和质量。因此将清洗整理后的胡萝卜在 $95\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下含 $40\text{ g/L}$  NaOH 溶液中热煮 $1\text{ min}$ 去皮。将去皮后的胡萝卜切成 $1\text{ cm}$ 见方的小块。

#### 2.2.2 热烫、破碎

将胡萝卜在 $6\text{ g/L}$ 柠檬酸溶液中, $95\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下热烫 $6\text{ min}$ 。热烫处理的目的是为了钝化过氧化物酶,保持胡萝卜自身的鲜艳色泽,软化组织,提高出汁率,去除生焖味。热烫后的胡萝卜在破碎时,应将胡萝卜肉的破碎率达到 $98\%$ 以上,以便在酶解过程中,通过生物酶的作用,使果肉与生物酶充分作用,达到酶解效果。

#### 2.2.3 生物酶解

将破碎后的胡萝卜浆迅速加热至 $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,在加热果浆的同时,进行搅拌,然后加入纤维素酶和果胶酶进行生物酶解,纤维素酶的用量为 $1\text{ g/L}$ ,果胶酶的用量为 $0.035\text{ g/L}$ 。酶解后的胡萝卜浆应迅速加热灭酶,酶被钝化,使果浆有一个较理想的残余黏度,提高胡萝卜酒的质量。灭酶后,将果浆温度降至 $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右,再转入发酵工序<sup>[2]</sup>。

#### 2.2.4 胡萝卜浆成分调整

将灭酶冷却后的酶解浆加入 $60\text{ mg/L}$ 的 $\text{SO}_2$ ,可防止有害微生物的生长繁殖,防止胡萝卜汁的褐变等。调整糖度、酸度,糖度的调整以 $1.7\text{ g}$ 糖可发酵 $1\text{ mL}$ 酒精,最终生成 $15\%(\text{v/v})$ 酒度计算进行补糖。酸度的调整,用柠檬酸将酸度调整为 $\text{pH}3.3\sim 3.5$ ,因为酵母比细菌耐酸,在这个酸度下,杂菌受到抑制,而酵母能正常发酵,但也不能太低,如低于 $\text{pH}3.0$ ,发酵就会降低。另外调整

酸度可以使酒味突出,色泽鲜艳,同时增加产品的保存期。

#### 2.2.5 发酵

将调整好成分的胡萝卜浆,接入扩大倍数为 $11$ 的经驯化后的葡萄酒活性干酵母的三角瓶液体菌种,于品温 $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 发酵 $5\text{ d}$ ,残糖 $5\%$ 左右,完成主发酵。主发酵结束后,过滤除渣得新胡萝卜酒,将新胡萝卜酒放入后发酵罐中,补加 $10\text{ mg/L}$ 的 $\text{SO}_2$ ,满罐密封,在无渣情况下控制品温 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,进行后发酵 $30\text{ d}$ 。

#### 2.2.6 调配

用酒渣蒸馏酒、蔗糖、柠檬酸对后发酵的原酒进行调配,使调配后的酒的酒精含量达到 $13\%(\text{v/v})$ ,总酸含量(以柠檬酸计)为 $0.7\text{ g}/100\text{ mL}$ ,总糖含量(以葡萄糖计)为 $6\text{ g/mL}$ 。

#### 2.2.7 下胶澄清、离心

在每升胡萝卜酒中加入 $0.4\%$ 的明胶溶液 $6\text{ mL}$ ,静置 $12\text{ h}$ ,使胡萝卜酒中的蛋白质和单宁色素物质沉淀,取上清液用离心机离心,得到颜色橙黄、透明、醇厚的胡萝卜酒。

#### 2.2.8 装瓶、灭菌

将胡萝卜酒装瓶,巴氏灭菌即得成品酒。

## 3 结果与讨论

### 3.1 生物酶解胡萝卜汁

采用酶解制汁的方法可以提高胡萝卜的出汁率,增加胡萝卜酒的稳定性,改善其色泽和风味。由于胡萝卜中纤维较多,细胞壁结构极为复杂,仅用一种酶是不能使组织软化和果胶溶出的,因此,实验采用纤维素酶与果胶酶的协同作用,纤维素酶(用量为 $1.6\text{ g/L}$ )和果胶酶(用量为 $0.035\text{ g/L}$ )混合添加。首先在纤维素酶的作用下,使纤维分解,果胶分子从细胞中游离出来,这时果胶酶起作用,这样提高了出汁率,降低了胡萝卜汁的黏度,有利于胡萝卜酒的澄清<sup>[3]</sup>。

### 3.2 3种酵母菌种的驯化

本实验采用的酵母有酒精活性干酵母、葡萄酒活性干酵母和野生酵母,为使之能适应胡萝卜酒发酵,特将野生酵母和活性干酵母进行驯化,将3种酵母菌种分别用麦芽汁培养基进行平板分离培养,选取长势好,菌落大的单菌落,接种于斜面培养。然后将3种酵母从斜面试管接入作为驯化培养基的胡萝卜汁中,在 $28\text{ }^{\circ}\text{C}$ , $160\text{ r/min}$ 下培养 $36\text{ h}$ 得酵母培养物,将3种酵母培养物稀释涂平板(固体驯化培养基), $28\text{ }^{\circ}\text{C}$ 培养至出现大量明显的单菌落,挑取大菌落接入斜面作为发酵菌种<sup>[4]</sup>。

### 3.3 酵母菌种的筛选

在 250 mL 三角瓶中,分别装入 100 mL 的发酵培养基,接种经驯化的 3 种酵母,置于 25 °C 温箱中发酵 5 d<sup>[5]</sup> 经过滤、澄清后,得到的胡萝卜酒的感官评价见表 1。

表 1 3 种酵母发酵酒的感官评价

酵母名称	澄清度 (380nm 吸光值)	发酵度 (%)	香气和味道
野生酵母	0.31	70.8	有胡萝卜香味,酒味较淡,稍有酸味
葡萄酒酵母	0.25	81.3	有酒香和特有的胡萝卜香气,口味协调
酒精酵母	0.43	75	有酒香和胡萝卜香气,稍有苦味

由表 1 可知,葡萄酒酵母发酵的酒有酒香和特有的胡萝卜香,口味协调,并且其发酵度也较高,是适合发酵胡萝卜酒的比较好的酵母。

### 3.4 发酵工艺条件的优化

选用  $L_3(3^4)$  正交设计实验(见表 2,表 3,表 4),考察酵母扩大倍数、发酵温度、发酵时间 3 因素对胡萝卜酒发酵的影响。

表 2 正交因素水平表

水 平	因素		
	A(酵母扩大倍数)	B(发酵温度/°C)	C(发酵时间/d)
1	7	20	5
2	9	25	6
3	11	30	7

表 3 发酵工艺条件优化正交实验

试验 号	因素			发酵度 (%)	感官评 定 $x_i$	$x_i^2$
	A	B	C			
1	1(7)	1(16)	1(5)	62.3	76	5776
2	1(7)	2(22)	2(6)	64.7	84	7056
3	1(7)	3(28)	3(7)	74.5	79	6241
4	2(9)	1(16)	2(5)	63.4	74	5476
5	2(9)	2(22)	3(6)	70.6	79	6241
6	2(9)	3(28)	1(7)	78.2	80	6400
7	3(11)	1(16)	3(5)	72.8	72	5184
8	3(11)	2(22)	1(6)	76.9	87	7569
9	3(11)	3(28)	2(7)	80.1	84	7056
$K_1$	239	222	243		$\Sigma x_i=715$	$\Sigma x_i^2=56999$
$K_2$	233	250	242			
$K_3$	243	243	230			
$k_1$	79.3	74	81			
$k_2$	77.7	83.3	80.7			
$k_3$	81	81	76.7			
R	3.3	9.3	4.3			
$\Sigma K_i^2$	170459	170833	170513			

\*感官评定评分标准参照中国葡萄酒评定标准,由生物工程教研室 10 位有经验的教师评定。

由表 3 和表 4 可以看出  $R_B > R_C > R_A$ , 即在实验中 B

表 4 对感官评定的方差分析

方差来源	平方和	自由度	方差	F	临界值
A	17.67	2	8.84	13.29	$F_{0.01}(2, 2)=99.0$
B	142.33	2	71.17	107.02	$F_{0.05}(2, 2)=19.0$
C	35.67	2	17.84	26.83	
误差	1.33	2	0.665		
总和	197	8			

因素对胡萝卜酒发酵的影响最大, C 因素次之, A 因素影响最小。方差分析表明实验中 B 因素和 C 因素影响显著,而 A 因素对结果无显著影响。从极差分析表可以看出工艺条件较好的为  $A_3B_2C_1$ , 即酵母扩大倍数为 11, 发酵温度为 22 °C, 发酵时间为 5 d。

### 3.5 产品质量标准

#### 3.5.1 感官指标

色泽:橙黄色、鲜亮;  
风味:果香浓郁、醇厚、口味纯正;  
组织状态:清澈、酒体透明。

#### 3.5.2 理化指标

酒精度:13%(v/v);  
总糖:6g/mL(以葡萄糖计);  
还原糖:0.985g/L;  
总酸:0.7g/100mL。

#### 3.5.3 微生物指标

符合发酵酒卫生标准 GB2758-1987。

## 4 结论

- 安琪牌葡萄酒活性干酵母适合发酵胡萝卜酒。
- 适合胡萝卜酒发酵的工艺条件:酵母扩大倍数为 11, 发酵温度为 22 °C, 发酵时间为 5 d。
- 发酵后得到的胡萝卜酒酒精度:13%(v/v);总糖:6g/mL(以葡萄糖计);还原糖:0.985g/L;总酸:0.7g/100mL。

### 参考文献:

- 顾国贤.酿造酒工艺学[M].北京:中国轻工业出版社,1996. 245-270.
- 秦蓝,等.酶法制取胡萝卜混汁的工艺[J].无锡轻工大学学报, 2002(4):404-409.
- 杨幼惠,等.荔枝酒发酵工艺研究[J].酿酒,2004(2):66-67.
- 宋安东,等.苹果酒酵母菌的驯化试验[J].酿酒,2003(2): 44-45.
- 孙俊良,等.番茄酿酒技术的初步研究[J].酿酒,2003(3): 56-58.

# 《酿酒科技》全国中文核心期刊