

# 直投式功能菌剂发酵佛手瓜腌菜工艺优化研究

武杰<sup>1</sup>, 张引成<sup>2</sup>, 葛浩<sup>1</sup>

(1.蚌埠学院生物与食品工程系, 安徽 蚌埠 233030; 2.南京农业大学食品科技学院, 江苏 南京 210095)

**摘要:**目的: 对直投式功能菌剂发酵生产佛手瓜腌菜的工艺进行优化研究。方法: 研究直投式佛手瓜腌制在不同直投式功能菌剂添加量、食盐添加量、发酵温度、发酵时间等条件下, 佛手瓜发酵时腌菜液中总酸含量的动态变化。根据动态变化和正交试验法确定直投式功能菌剂发酵腌菜的最佳条件。结果: 直投式功能菌剂发酵腌菜的最佳条件为: 蔗糖添加量 3%、直投式功能菌剂添加量 0.1%、发酵温度 30℃、食盐添加量 7%、发酵时间 4d, 此时产酸量达 0.73g/100g。结论: 采用直投式功能菌剂生产发酵佛手瓜腌菜, 发酵周期短, 发酵效果好。

**关键词:** 直投式功能菌剂; 发酵; 佛手瓜; 酱腌菜

## Optimization of Fermentation Conditions for Pickling Chayote with Direct Vat Set Starter

WU Jie<sup>1</sup>, ZHANG Yin-cheng<sup>2</sup>, GE Hao<sup>1</sup>

(1. Department of Biotechnology and Food Engineering, Bengbu College, Bengbu 233030, China;

2. College of Food Science and Technology, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China)

**Abstract:** The aim of this study was to optimize fermentation conditions for the production of pickled chayote with direct vat set (DVS) starter. Dynamic changes in total acidity were analyzed during the fermentation of pickled chayote under varying conditions of DVS dose, salt concentration, temperature and other fermentation parameters. Using an orthogonal array design, based on total acid content, the optimal fermentation conditions were determined as follows: sucrose addition 3%, DVS dose 0.1%, fermentation temperature 30℃, salt addition 7%, and fermentation time 4 d. Under these conditions, the acid production was 0.73 g/100 g. In conclusion, the application of DVS to produce pickled chayote requires a short fermentation period and provides desired results.

**Key words:** direct vat set; fermentation; chayote fruits; pickled vegetables

中图分类号: TS275.4

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2012)03-0136-04

佛手瓜, 又名隼人瓜、安南瓜、寿瓜等, 属葫芦科特蔬菜品种。佛手瓜清脆多汁, 味美可口, 营养价值较高, 既可做菜, 又能当水果生吃。加上瓜形如两掌合十, 有佛教祝福之意, 深受人们喜爱。佛手瓜在瓜类蔬菜中营养全面丰富, 常食对增强人体抵抗疾病的能力有益。经常吃佛手瓜可利尿排钠, 有扩张血管、降压之功能。据医学研究报告, 锌对儿童智力发展影响较大, 缺锌儿童智力低下, 常食含锌较多的佛手瓜, 可以提高智力<sup>[1]</sup>。此外还含有叶酸、泛酸、烟酸等。

本实验以佛手瓜为原料, 利用乳酸杆菌发酵剂<sup>[2-4]</sup>, 采用直投式发酵生产酱腌菜的方法<sup>[5-6]</sup>, 生产发酵佛手瓜腌菜, 以期对佛手瓜的加工开辟一条新路, 并极大地促进腌菜生产工艺的发展, 满足国民对酱腌菜的需求<sup>[7]</sup>。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与试剂

佛手瓜 市售; 直投式功能菌 无锡博翔生物科技有限公司。

食盐、蔗糖均为食用级; 邻苯二甲酸氢钾、酚酞、无水乙醇、氢氧化钠均为分析纯。

### 1.2 仪器与设备

ZS-100 型封口机 浙江宏展包装机械有限公司;  
QLF 型隔水式恒温培养箱 金坛市岸头良友实验仪器厂;  
FA1004N 型电子天平 郑州时代仪器设备有限公司;  
TCS 型电子台秤 上海宏衡实业有限公司。

### 1.3 方法

#### 1.3.1 工艺流程

收稿日期: 2011-09-30

基金项目: 安徽省省级质量工程项目(20101095)

作者简介: 武杰(1975—), 男, 副教授, 硕士, 研究方向为农产品贮藏与深加工。E-mail: ahbbwj@tom.com

佛手瓜→整理→切分→烫漂→清洗→晾晒→称量→装袋→加辅料(蔗糖、食盐、水)→接种→封口→培养→成品

### 1.3.2 操作要点

佛手瓜的选择: 采用从超市购买的新鲜幼嫩的、无病虫害、无机械损伤的佛手瓜, 要求新鲜脆嫩、组织致密。买回的佛手瓜应置于冰箱中保鲜, 以防止水分的散失。

去皮切分: 清洗选好的经过修整的佛手瓜, 先在消毒水中浸泡清洗, 再在流动水中冲洗, 以确保洁净无污物, 最大程度地减少微生物的滋生。经整理、清洗后, 用不锈钢刀将佛手瓜切成两瓣, 去核后沥干并在通风处晾干后, 备用。

烫漂: 在95℃中烫漂3min后迅速放入冷水中冷却, 沥干。

腌制: 将沥干的佛手瓜条装入已标记的热封塑料袋中, 分别加入蔗糖、食盐等辅料以及直投式功能菌剂和无菌水。装袋完毕后, 封口。左右摇晃塑料袋, 混匀后置于恒温培养箱中进行发酵。

### 1.3.3 发酵条件的单因素和正交试验

#### 1.3.3.1 发酵条件的单因素试验

分别考察直投式功能菌剂接种量、食盐添加量、发酵温度、发酵时间对直投式功能菌剂发酵佛手瓜腌制过程的影响, 以总酸度为指标。

#### 1.3.3.2 发酵条件的正交试验

根据上述单因素试验结果, 选择对泡菜中总酸含量有显著影响的直投式功能菌剂的接种量、食盐添加量、发酵温度、发酵时间4个因素, 进行正交试验设计, 每个因素设计3个水平, 因素及水平见表1。每组实验要在规定的时间段进行总酸度的测定。

表1 正交试验因素与水平设计

Table 1 Coded values and corresponding real values of the optimization parameters tested in orthogonal array design

水平	A 接种量/%	B 发酵温度/℃	C 发酵时间/d	D 食盐添加量/%
1	0.1	25	3	5
2	0.2	30	4	6
3	0.3	35	5	7

### 1.3.4 指标测定

#### 1.3.4.1 总酸测定

采用酸碱滴定法<sup>[8-9]</sup>, 按下式计算。

$$X = \frac{(V - V_0) \times c \times 0.09}{10 \times m/V_1} \times 100$$

式中:  $X$  为样品中总酸(以乳酸量计)含量/(g/100g);  $V$  为样品中 NaOH 标准溶液的体积/mL;  $V_0$  为空白耗用 NaOH 标准溶液的体积/mL;  $c$  为 NaOH 标准溶液浓度/(mol/L); 0.09 为与 1.00mL NaOH 标准滴定溶液相当的乳酸的质量/g;  $m$  为样品质量/g;  $V_1$  为样品稀释液体积/mL。

#### 1.3.4.2 感官评价

由10名经过训练的评定员对佛手瓜发酵产品进行感官评定。从香气、脆度、色泽、滋味、口感五方面打分<sup>[10-11]</sup>, 每项2分, 合计10分。

## 2 结果与分析

### 2.1 单因素试验

#### 2.1.1 直投式功能菌剂接种量的确定

将处理过的佛手瓜200g装入塑料袋中, 加6%食盐和3%蔗糖, 注入500mL水, 直投式功能菌剂接种量分别为0.05%、0.1%、0.2%、0.3%、0.4%, 30℃条件下进行恒温发酵培养。每隔1d取样1次, 测定并计算发酵液总酸含量<sup>[8-10]</sup>。发酵佛手瓜添加直投式功能菌剂的结果见图1。

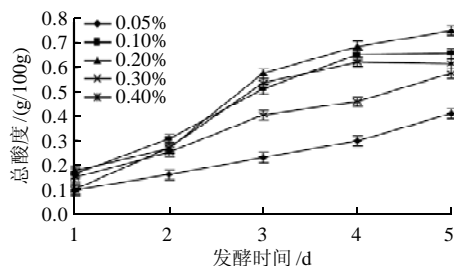


图1 直投式功能菌剂接种量对佛手瓜在发酵过程中总酸度的影响  
Fig.1 Effect of fermentation time on total acidity

由图1可知, 随着时间的延长, 各组的产酸量不断增加, 接种量过高或过低均不利于产酸。接种量为0.05%时, 酸度增加趋势最缓慢, 产酸的增长速率最慢, 且产酸量也最少, 发酵至第5天时, 酸度仅为0.4g/100g。接种量为0.2%时, 产酸速率最快, 到第5天时, 酸度为0.74g/100g, 产酸量最多。当接种量0.1%时产酸量次之。故接种量0.2%时最有利于产酸, 接种量0.05%时最不利于产酸。

#### 2.1.2 食盐添加量的确定

在塑料袋中加入处理过的佛手瓜200g, 蔗糖添加量3%, 直投式功能菌剂的接种量0.2%, 注入500mL水, 食盐添加量分别为2%、4%、6%、8%, 在30℃条件下进行恒温发酵培养。每隔1d取样1次, 连续测定5d, 测定发酵液总酸含量。如图2所示, 斜率越大, 则产酸越快; 酸度越大, 则产酸越多, 综合考虑两方面的因素, 确定最佳的食盐添加量。乳酸菌只有在适宜的渗透压条件下, 才能很好生长。在发酵条件相同, 菌体添加量相同的情况下, 食盐的添加量过高, 过低均不利于乳酸菌的生长, 从而影响到乳酸菌的产酸量及产酸速度。

表2 直投式功能菌发酵佛手瓜的感官评价  
Table 2 Criteria for sensory evaluation of pickled chayote

项目	发酵时间/d			
	2	3	4	5
评分标准	有发酵蔬菜固有色泽， 发酵蔬菜应具有香气较 淡，酸度低，滋味一般， 较好的脆性	有发酵蔬菜固有色泽， 有发酵蔬菜应具有香气， 酸度较低，滋味较好， 较好的脆性	有发酵蔬菜固有色泽， 具有较浓乳酸发酵的 发酵蔬菜香气，酸味纯正， 滋味较好，较好的脆性	无发酵蔬菜固有色泽， 具有较浓的乳酸发酵的香气， 滋味一般，过酸， 较好的脆性
感官评分	5.5	8.0	9.0	7.5

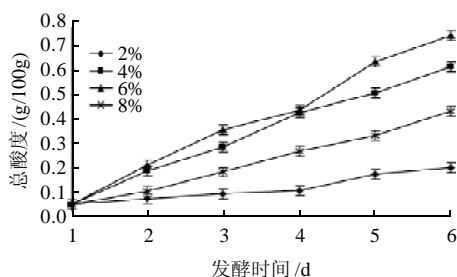


图2 不同食盐添加量对佛手瓜在发酵过程中总酸度的变化  
Fig.2 Effect of salt addition on total acidity

由图2可知，食盐添加量6%时更有利于发酵佛手瓜的产酸，发酵至第5天时，产酸量可达到0.74g/100g，产酸速度也是最快；食盐添加量为4%的处理组效果次之；食盐添加量为2%的处理组最不利于产酸。故食盐添加量6%处理组的发酵佛手瓜优于其他组食盐浓度处理，乳酸菌在此盐添加量的条件下能较好的生长。

### 2.1.3 发酵温度的确定

在塑料袋中加入处理过的佛手瓜200g，蔗糖添加量3%，直投式功能菌剂接种量0.2%，食盐添加量6%，注入500mL水，分别在20、25、30、35、40℃条件下进行恒温培养发酵。每隔1d取样1次，测定并计算发酵液总酸含量，综合考虑产酸速度及产酸量确定最佳的发酵温度。

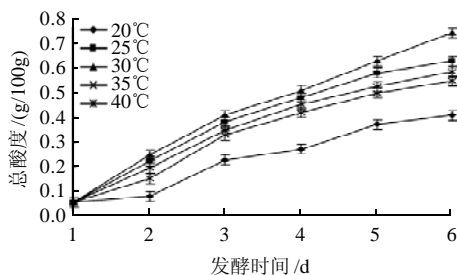


图3 不同温度条件下佛手瓜在发酵过程中总酸度的变化  
Fig.3 Effect of temperature on total acidity

由图3可知，5种温度处理中，30℃发酵条件下发

酵的佛手瓜酸度增加速度最快，相同发酵时间内产酸最多，因此30℃发酵产酸最为适宜，相同发酵时间条件下产酸量最大，4d时达0.63g/100g，5d时达0.75g/100g；25℃在发酵到第5天时产酸量达0.63g/100g，比30℃发酵的时间延长了1d，效果仅次于30℃发酵条件效果；35℃产酸量相对要差一些；20、40℃产酸速度明显缓慢。综上，选择30℃为发酵的最适宜温度，25℃仅次之。

### 2.1.4 发酵时间的确定

在塑料袋中加入处理过的佛手瓜200g，蔗糖添加量3%，直投式功能菌剂接种量0.2%，食盐添加量6%，注入500mL的水。在30℃条件下进行恒温发酵培养。从第2天开始请品评员进行感官评定，并打分。其后每天进行1次打分，至第5天。得分最高的即为品质最佳，对应发酵时间为最佳发酵时间。

由表2可知，发酵4d，感官评分最高，5d次之。发酵时间越长，产酸越多，所以，酸味最好的是发酵5d，在香气和滋味方面最好的是发酵4d，也就是说发酵产香在4d达到最大值，但滋味上还可改善。

### 2.2 正交试验设计及结果

通过正交试验优化，得到了不同因素条件下的总酸度，再通过正交助手软件的处理，进行极差分析。通过比较可以确定4个因素的影响顺序及最佳组合，正交优化试验结果及极差分析见表3。

表3 正交优化试验结果与极差分析  
Table 3 Orthogonal array design and results

试验号	A 接种量/%	B 发酵温度/℃	C 发酵时间/d	D 食盐添加量/%	产酸量/(g/100g)
1	1(0.1)	1(25)	1(3)	1(5)	0.58
2	1	2(30)	2(4)	2(6)	0.71
3	1	3(35)	3(5)	3(7)	0.68
4	2(0.2)	1	2	3	0.68
5	2	2	3	1	0.61
6	2	3	1	2	0.65
7	3(0.3)	1	3	2	0.58
8	3	2	1	3	0.62
9	3	3	2	1	0.47
k <sub>1</sub>	0.657	0.580	0.583	0.520	
k <sub>2</sub>	0.647	0.647	0.620	0.505	
k <sub>3</sub>	0.557	0.533	0.599	0.593	
R	0.100	0.114	0.037	0.073	

从表3可以看出,4个因素的影响顺序为发酵温度>接种量>食盐添加量>发酵时间,得出优化结果为 $A_1B_2C_2D_3$ ,在该组合下测得产酸量为0.73g/100g,高于9组试验条件下的产酸量,故最佳工艺条件确定为:直投式功能菌剂添加量0.1%、发酵温度30℃、食盐添加量7%、佛手瓜发酵时间4d,验证结果表明,产酸量达0.73g/100g。

### 3 结 论

直投式功能菌剂的添加量为0.1%、发酵温度为30℃、食盐添加量为7%、发酵时间为4d时,产酸量达0.73g/100g,有利于发酵佛手瓜产酸,且口感适宜。

直投式功能菌剂具有体积小,含菌量高,活力强的特性<sup>[12-14]</sup>;其用量少、便于运输、保藏、使用方便;将直投式菌剂直接用于蔬菜发酵,可缩短发酵蔬菜的发酵周期,提高发酵蔬菜产品的食品安全性<sup>[15]</sup>。

### 参考文献:

- [1] 杨寅桂,霍光华,徐维杰,等.中国佛手瓜果实营养成分测定及其评价[J].江西农业大学学报,1996,18(2):219-224.
- [2] ROSS R P, MORGAN S, HILL C. Preservation and fermentation: past, present and future[J]. International Journal of Food Microbiology, 2002, 79(1/2): 3-16.
- [3] DESCRBY B S, VETIER N, HARDY J. Health benefits of yogurt consumption: a review[J]. Inter J Food Properties, 1999, 2(1): 1-12.
- [4] HLEMING H P. Fermented vegetables[M]// ROSE A H. Economic microbiology: fermented food. New York: Academic Press, 1982: 227.
- [5] 蔡永峰.直投式生物法快速生产泡菜工艺条件的研究[J].食品与发酵工业,2006(6):73-76.
- [6] 陆利霞,孙芸,葛雅,等.直投式发酵剂制备几种泡菜的研究[J].南京晓庄学院学报,2007(3):53-56.
- [7] 陈仲翔,董英.泡菜工业化生产的研究进展[J].食品科技,2004(4):33-35.
- [8] 中国食品发酵工业研究所. GB/T 12456—2008 食品中总酸的测定[S].北京:中国标准出版社,2008.
- [9] 余文华,张颖,刘竹,等.直投式乳酸菌发酵泡菜工艺优化研究[J].食品与发酵科技,2010(3):21-26.
- [10] 王栋,李崎.食品感官评价原理与技术[M].北京:中国轻工业出版社,2001.
- [11] 王娟娟,王顺喜,马微,等.直投式发酵剂生产酸菜及其风味物质的研究[J].食品科学,2008,29(4):82-86.
- [12] 熊晓辉,熊强.乳酸菌发酵剂高密度培养的研究[J].中国调味品,2004(5):17-21.
- [13] VINDEROLA C G, MOCCHIUTTI P, REINHEIMER J A. Interactions among lactic acid starter and probiotic bacteria used for fermented dairy products[J]. Journal of Dairy Science, 2002, 85(4): 4721-4729.
- [14] 陈功.泡菜直投式菌剂制备及应用研究[J].四川食品与发酵,2008(4):19-23.
- [15] 余文华,陈功,丁文军,等.直投式功能菌剂发酵蔬菜技术研究[J].食品与发酵科技,2009(4):30-34.